ROBERTA BUENO
THIAGO MACEDO

MANUAL DO PROFESSOR

INSPIRE
CIÊNCIAS

9

FTD

INSPIRE CIÊNCIAS

9

MANUAL DO PROFESSOR

ROBERTA APARECIDA BUENO HIRANAKA
Mestra em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp-SP). Bacharel e licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar-SP). Autora e editora de livros didáticos de Ciências.

THIAGO MACEDO DE ABREU HORTENCIO
Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo (USP). Autor e editor de livros didáticos de Ciências.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Ensino Fundamental – Anos Finais
Componente curricular: Ciências

FTD

1ª edição – São Paulo – 2018

FTD

Copyright © Roberta Aparecida Bueno Hiranaka, Thiago Macedo de Abreu Hortencio, 2018.

Diretor editorial Antonio Luiz da Silva Rios
Diretora editorial adjunta Silvana Rossi Júlio
Gerente editorial Roberto Henrique Lopes da Silva
Editor João Paulo Bortoluci
Editores assistentes Débora de Almeida Francisco Nichel, Júlia Bolanho da Rosa Andrade, Paula Signorini, Rafael Braga de Almeida, Tiago Jonas de Almeida, Valéria Rosa Martins, Vitor Hugo Rodrigues, Yara Valeri Navas
Assessoria Alice Maria Calado Melges, Flávia Milão Silva
Gerente de produção editorial Mariana Milani
Coordenador de produção editorial Marcelo Henrique Ferreira Fontes
Gerente de arte Ricardo Borges
Coordenadora de arte Daniela Máximo
Projeto gráfico Juliana Carvalho
Projeto de capa Sergio Cândido
Foto de capa Outer Space/Shutterstock.com
Supervisora de arte Isabel Cristina Corandin Marques
Editores de arte Débora Jóia, Gabriel Basaglia
Diagramação Dayane Santiago, Eduardo Benetorio, José Aparecido A. da Silva, Lucas Trevelin, Nadir Fernandes Racheti
Tratamento de imagens Ana Isabela Pithan Maraschin
Coordenadora de ilustrações e cartografia Marcia Berne
Ilustrações Alex Argozino, Bentinho, Dani Mota, Daniel Bogni, Dayane Raven, Eber Evangelista, Fabio Eugênio, Luis Moura, Marcos Guilherme, Selma Caparroz, Tel Coelho
Cartografia Allmaps
Coordenadora de preparação e revisão Lilian Semenichin
Supervisora de preparação e revisão Maria Clara Paes
Revisão Ana Lucia Horn, Carolina Manley, Cristiane Casseb, Edna Viana, Giselle Mussi de Moura, Miyuki Kishi, Jussara R. Gomes, Kátia Cardoso, Lilian Vismari, Lucila V. Segóvia, Renato A. Colombo Jr., Solange Guerra, Yara Affonso
Supervisora de iconografia e licenciamento de textos Elaine Bueno
Iconografia Ana Gonçalves
Licenciamento de textos Carla Marques, Vanessa Trindade
Supervisora de arquivos de segurança Silvia Regina E. Almeida
Diretor de operações e produção gráfica Reginaldo Soares Damasceno

DIVULGAÇÃO
PNLD 2020
FTD

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Hiranaka, Roberta Aparecida Bueno
Inspire ciências : 9º ano : ensino fundamental : anos finais / Roberta Aparecida Bueno Hiranaka, Thiago Macedo de Abreu Hortencio. – 1. ed. – São Paulo : FTD, 2018.

"Componente curricular: Ciências."
ISBN 978-85-96-01960-6 (aluno)
ISBN 978-85-96-01961-3 (professor)

1. Ciências (Ensino fundamental) I. Hortencio, Thiago Macedo de Abreu. II. Título.

18-20705 CDD-372.35

Índices para catálogo sistemático:
1. Ciências : Ensino fundamental 372.35
Cibele Maria Dias – Bibliotecária – CRB-8/9427

Reprodução proibida: Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998. Todos os direitos reservados à

EDITORA FTD.
Rua Rui Barbosa, 156 – Bela Vista – São Paulo – SP
CEP 01326-010 – Tel. 0800 772 2300
Caixa Postal 65149 – CEP da Caixa Postal 01390-970
www.ftd.com.br
central.relacionamento@ftd.com.br

Em respeito ao meio ambiente, as folhas deste livro foram produzidas com fibras obtidas de árvores de florestas plantadas, com origem certificada.

Impresso no Parque Gráfico da Editora FTD
CNPJ 61.186.490/0016-33
Avenida Antonio Bardella, 300
Guarulhos-SP – CEP 07220-020
Tel. (11) 3545-8600 e Fax (11) 2412-5375

APRESENTAÇÃO

Um material para o aluno de hoje

Ao produzir este material, uma de nossas premissas foi que ele pudesse servir de instrumento para o aluno de hoje. Mas quem é esse aluno, afinal? Entendemos que há uma enorme pluralidade de realidades, histórias, possibilidades e interesses – cada aluno é único e não é possível pensar em um tipo "padrão". No entanto, podemos buscar algumas características comuns aos estudantes de hoje, e é inegável que a vida deles esteja profundamente impactada pela onipresença das tecnologias digitais e pela facilidade do acesso à informação, ainda que consideremos as desigualdades do nosso país.

Com que facilidade as informações chegam ao aluno hoje? Que tipo de conteúdo é produzido e consumido pelos estudantes? Nesse contexto e para esse público, como deve ser o material didático adequado? Refletir sobre essas questões foi a nossa primeira tarefa, principalmente por considerarmos que o livro impresso não compete com o material disponível no mundo digital; são materiais de naturezas distintas.

Sem desconsiderar os perigos oriundos do mau uso das ferramentas digitais, vemos com bons olhos a gigantesca gama de possibilidades que foi aberta na era da informação. Enxergamos muito potencial nas possibilidades de descobertas que estão ao alcance de um número cada vez maior de pessoas. Nos empolgamos ao saber que podemos não apenas consumir, mas produzir material que pode ser lido, visto e ouvido por pessoas no mundo todo. Somos otimistas e talvez você, professor, compartilhe desse sentimento conosco.

Não obstante, sabemos que questionar, ter senso crítico, analisar e apurar a veracidade das informações não são habilidades inatas; elas devem ser ensinadas e se tornam, a cada dia, mais indispensáveis para o pleno exercício da cidadania. Considerando a escola como uma instituição que prepara as pessoas para o mundo, temos de entender que também é papel dela mostrar como fazer bom uso das ferramentas digitais. Este material se propõe a ajudar o professor na tarefa de desenvolver essas habilidades nos alunos, fornecendo atividades voltadas especificamente para este fim.

A faixa etária em que se encontram os estudantes nos anos finais do Ensino Fundamental tem como característica um forte impulso de fazer, de criar e de produzir – isto é, uma vontade de atuar sobre a realidade. Essas ações são aprendizado em movimento, e o livro pode fornecer bons estímulos para elas.

Com esse intuito, propomos metodologias ativas, com atividades que orientam a turma a debater questões relevantes para a sociedade, produzir modelos para investigar fenômenos, realizar experimentos para testar hipóteses, verificar a veracidade de informações, criar campanhas de divulgação de conhecimento, entre outras. Para dar suporte à realização dessas atividades, procuramos selecionar com cuidado os conteúdos teóricos abordados, priorizando a relevância de cada tópico para seu respectivo ramo da ciência, a contextualização do conteúdo com a realidade cotidiana e, evidentemente, a correção conceitual. Partimos do pressuposto que transformar os alunos em repositório de dados deixou de ser objetivo educacional há muito tempo. O que queremos é educar pessoas para que saibam atuar perante o enorme volume de informações disponível e que sejam capazes de utilizá-lo da melhor maneira possível, tornando-se agentes de transformação.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

SUMÁRIO

Conheça o Manual do Professor V
Páginas de abertura de unidade V
Páginas de desenvolvimento do conteúdo V
Material digital VI

Que ensino de Ciências buscamos? VII

Fundamentação teórico-metodológica: a alfabetização científica VIII
A ciência não é neutra nem traz verdades imutáveis IX

O trabalho com competências próprias do pensamento científico X

Metodologias ativas para promover a aprendizagem e a alfabetização científica XII
1. Uso de tecnologias digitais XIII
2. Atividades práticas: experimentos, demonstrações e construção de modelos XIV
3. Pesquisas XIV
4. Competências comunicativas: leitura, escrita e oralidade XV
5. Entrevistas XVI
6. Visitas a espaços culturais XVII
7. Projetos e feiras de ciências XVII

Gestão do tempo, planejamento e possibilidades da coleção XVIII
Sala de aula invertida XVIII

Avaliando o progresso dos alunos XIX

A organização da coleção XXI
Livro do aluno XXI
A organização dos conteúdos na coleção XXIII
Os objetos de conhecimento e as habilidades propostas pela BNCC para os anos finais do ensino no componente curricular Ciências XXIII
Os quatro volumes da coleção XXVII
A BNCC na coleção XXVIII

Referências bibliográficas XXXII

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Orientações específicas do Volume 9
Unidade 1 Por que somos parecidos com nossos pais biológicos? 12
Unidade 2 Por que existem diferentes espécies? 48
Unidade 3 De que são feitas todas as coisas? 84
Unidade 4 O que o som e a luz têm em comum? 126
Unidade 5 Como podemos cuidar melhor do planeta? 168
Unidade 6 O que existe no Universo? 202

CONHEÇA O MANUAL DO PROFESSOR

O Manual do Professor é composto da parte comum a todos os volumes da obra e pela parte específica, que apresenta formato em U e é composto do livro do aluno e de comentários, orientações e respostas nas laterais e na parte inferior da página. Além disso, apresenta o Material digital.

PÁGINAS DE ABERTURA DE UNIDADE

Na dupla de páginas que inicia a Unidade, são apresentados os conteúdos conceituais, as habilidades e as competências da BNCC que são abordadas.

PROPOSTA DA UNIDADE

Esse texto faz uma introdução ao trabalho que é proposto ao longo da Unidade, explicando o enfoque que escolhemos e os pontos que julgamos merecer destaque.



HABILIDADES

Lista as habilidades da BNCC (representadas por códigos) que a Unidade auxilia a desenvolver.

COMPETÊNCIAS

Lista as competências gerais e específicas da BNCC (representadas por códigos) que a Unidade auxilia a desenvolver.

CONTEÚDOS CONCEITUAIS

Apresenta os principais conteúdos conceituais desenvolvidos ao longo da Unidade.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

PÁGINAS DE DESENVOLVIMENTO DO CONTEÚDO

Nas demais páginas, estão dispostas orientações pontuais, com respostas às atividades, comentários relevantes para os temas e sugestões de atividades. Indicações de materiais complementares que contribuam para a formação do professor também são apresentadas aqui.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Orientações, recomendações e sugestões que visam auxiliar na organização, no planejamento e na apresentação das aulas. Traz também textos de aprofundamento e atualização sobre os assuntos abordados, com intuito de contribuir para a formação continuada do professor. Nas páginas de atividades, as orientações didáticas trazem encaminhamentos e as respostas das questões.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

Sugestão de materiais externos (livros, artigos, *sites*, reportagens etc.) que ampliam ou aprofundam a análise dos assuntos estudados. Procuramos indicar, sempre que possível, recursos de fácil acesso, com o objetivo de contribuir para a sua formação continuada.

PARA SABER MAIS: ALUNO

Sugestão de materiais externos (livros, artigos, *sites*, reportagens etc.) que ampliam ou aprofundam a análise dos assuntos estudados. Procuramos indicar, sempre que possível, recursos de fácil acesso, que podem ser apresentados aos estudantes de acordo com o planejamento do professor.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

Atividades que complementam o trabalho com o assunto estudado, muitas vezes com caráter prático.

NO DIGITAL

Indicações de planos de desenvolvimento, projetos integradores, sequências didáticas e propostas de acompanhamento da aprendizagem que podem ser encontrados no Manual do Professor – Material digital e que têm o propósito de enriquecer a sua prática pedagógica.

NO AUDIOVISUAL

Indicações de materiais audiovisuais produzidos exclusivamente para a coleção.

MATERIAL DIGITAL

Além dos quatro volumes impressos deste Manual do Professor, a coleção apresenta quatro volumes de **Manual do Professor – Material digital**. São recursos que ajudam a enriquecer o trabalho do professor e a potencializar as relações de ensino-aprendizagem em sala de aula. Os materiais digitais estão organizados em bimestres e cada um deles possui a composição a seguir:

- **Plano de desenvolvimento**: documento que apresenta os temas que serão trabalhados ao longo do bimestre, relacionando-os aos objetos de conhecimento, habilidades e competências presentes na BNCC. Também são sugeridas estratégias didático-pedagógicas que auxiliam o professor na gestão da sala de aula e fontes de pesquisa complementares que podem ser consultadas pelo professor ou apresentadas para os alunos.
- Cada Plano de desenvolvimento apresenta um **Projeto integrador**, cujo objetivo é tornar a aprendizagem dos alunos mais concreta, articulando diferentes componentes curriculares a situações de aprendizagem relacionadas ao cotidiano da turma. Por meio dos projetos, é possível explorar temas transversais, estimular o desenvolvimento das competências socioemocionais e trabalhar com habilidades próprias de diferentes componentes curriculares.
- **Sequências didáticas**: são um conjunto de atividades estruturadas aula a aula que relacionam objetos de conhecimento, habilidades e competências presentes na BNCC, de modo que ajudem o aluno a alcançar um objetivo de aprendizagem definido. Nas sequências didáticas, foram propostas atividades que podem ser aplicadas complementarmente ao livro impresso. Também estão presentes sugestões de avaliações que ajudam o professor a aferir se os alunos alcançaram os objetivos de aprendizagem propostos.
- **Proposta de acompanhamento da aprendizagem**: é um conjunto de dez atividades (e seus respectivos gabaritos) destinadas ao aluno, acompanhadas de fichas que podem ser preenchidas pelo professor. Este material tem como objetivos ajudar a verificar a aprendizagem dos alunos, especialmente se houve domínio das habilidades previstas para o período, e a mapear as principais dificuldades apresentadas pela turma, auxiliando o trabalho de planejamento do professor e a autoavaliação da própria prática pedagógica.
- **Material digital audiovisual**: são vídeos, videoaulas e áudios produzidos para os alunos. Nesses materiais tivemos a preocupação de apresentar: os conhecimentos científicos aplicados às necessidades materiais e tecnológicas da vida moderna; a evolução histórica de teorias científicas e, também, argumentos científicos para debates a respeito da diversidade de etnias, de gênero e de culturas.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

QUE ENSINO DE CIÊNCIAS BUSCAMOS?

Buscamos o ensino que favoreça o desenvolvimento da plena cidadania, da autonomia e do desenvolvimento contínuo das capacidades de aprender e se informar. Buscamos o aprendizado para a formação do cidadão consciente, ativo, participante do seu tempo e alfabetizado cientificamente. A seguir, estão as 10 competências gerais para a educação básica, listadas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

COMPETÊNCIAS GERAIS DA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
3. Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.
4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
6. Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.
7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.
8. Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.
9. Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.
10. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2017. p. 9-10. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/download-da-bncc>. Acesso em: 24 ago. 2018.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Se, como Chassot (2006), entendermos Ciência como “uma linguagem construída pelos homens e pelas mulheres para explicar o nosso mundo natural”, podemos perceber que essa linguagem permeia todas as competências listadas anteriormente, embora essa relação seja menos evidente em alguns casos do que em outros. A Ciência deve, portanto, ser abordada de maneira contextualizada com a realidade dos alunos, pois está intrinsecamente ligada ao exercício pleno da cidadania. Acreditamos que os conhecimentos científicos devam ser incorporados à vida de cada cidadão, de modo que possam ser efetivamente aplicados nas mais diversas situações. É preciso trabalhar a favor da socialização da linguagem, das técnicas e dos produtos da Ciência.

Todos os dias somos confrontados com problemas complexos exigindo decisões baseadas no conhecimento científico: problemas ambientais, éticos, como construir um desenvolvimento sustentável, transportes, poluição... Não se trata de sermos peritos em tudo! Federico Mayor (1998, p. 130) exprimiu bem esta ideia ao dizer que "não podemos conhecer tudo, mas é perverso dizer que o mundo era um lugar melhor para viver quando a ignorância era geral". Ou seja, podemos e devemos ter uma cultura científica que nos permita participar em decisões racionais, compreender minimamente os processos mais complexos de decisões e o sentido do desenvolvimento tecnocientífico.

CACHAPUZ, A. F.; CARVALHO, A. M. P. de; GIL-PÉREZ, D. (Orgs.). **O ensino das ciências como compromisso científico e social**: os caminhos que percorremos. São Paulo: Cortez, 2012. p. 14.

Outro destaque nas competências da BNCC é a questão da educação socioemocional, especialmente nos itens 8, 9 e 10. Esse trabalho só é possível se houver espaço, na escola e na sala de aula, para a troca de ideias entre os alunos. Competências socioemocionais não são desenvolvidas se cada um ficar sentado em sua cadeira, ouvindo o professor. É no contato com os colegas, nos projetos em grupo, no ouvir e no falar que a educação socioemocional se constrói. Os espaços para aprimoramento acontecem na resolução de conflitos e no apoio durante as dificuldades. Essas oportunidades, favorecidas pela grande quantidade de propostas de trabalho em duplas e grupos, apresentadas na coleção – são valiosas para a formação do aluno em uma educação integral, que o considera em sua totalidade.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA: A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Pergunte-se como você veio a conhecer tudo o que considera que valeu a pena conhecer.

(Neil Postman e Charles Weingartner. **Teaching as a subversive activity**. Delta Publishing, 1983. Tradução dos autores.).

Com a onipresença das tecnologias digitais de informação e comunicação praticamente consolidada, a escola e o professor deixam de ser o centro de referência do saber. Dados e conteúdos informativos estão disponíveis em diversas fontes, ao alcance de muitos. Alunos não só são apresentados a saberes, mas também trazem conhecimento para a sala de aula. Professores aprendem com seus alunos, cada vez mais conectados. O fluxo de informação não é mais unidirecional, propriedade de uma instituição.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Se cada vez mais pessoas podem ter informação fora da escola, qual é o papel principal dessa instituição, e, mais especificamente, o papel no ensino de Ciências? Embora cada vez mais pessoas tenham acesso à informação científica, será que a compreendem e a utilizam bem?

Um ensino que auxilie a interpretação da linguagem própria da ciência é um ensino que leva em conta a perspectiva social. Entender os fundamentos da ciência é uma ferramenta para que pessoas possam compreender o mundo, as implicações da tecnologia e das interferências humanas na natureza. Mais do que isso, compreender a ciência qualifica as pessoas para entender melhor as necessidades de transformar positivamente o mundo, tomando decisões coerentes com esses propósitos.

Assim, este material apropria-se de fundamentos da **alfabetização científica** (ou **letramento científico**). Esta linha didática pretende *formar um cidadão crítico, consciente e capaz de compreender temas científicos e aplicá-los para o entendimento do mundo e da sociedade em que vive.* Trata-se, portanto, de **ensinar ciência para o exercício da cidadania**.

Para debater e tomar posição sobre alimentos, medicamentos, combustíveis, transportes, comunicações, contracepção, saneamento e manutenção da vida na Terra, entre muitos outros temas, são imprescindíveis tanto conhecimentos éticos, políticos e culturais quanto científicos. Isso por si só já justifica, na educação formal, a presença da área de Ciências da Natureza, e de seu compromisso com a formação integral dos alunos.

Portanto, ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do **letramento científico**, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências.

Em outras palavras, apreender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania.

Nessa perspectiva, a área de Ciências da Natureza, por meio de um olhar articulado de diversos campos do saber, precisa assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica.

Espera-se, desse modo, possibilitar que esses alunos tenham um novo olhar sobre o mundo que os cerca, como também façam escolhas e intervenções conscientes e pautadas nos princípios da sustentabilidade e do bem comum.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2017. p. 319.

A alfabetização científica defendida neste projeto prioriza o consumo e a divulgação do conhecimento científico. Um indivíduo alfabetizado ou letrado em Ciências da Natureza é capaz de compreender e interagir com a informação, aplicando-a em situações diversas e para o benefício das pessoas e das futuras gerações.

Acreditamos que a alfabetização científica é um bom caminho para que o ensino de Ciências não seja resumido à simples transmissão de informações. **Transmitir conhecimento é essencial, porém esse não é mais o papel central da escola, do professor nem mesmo do livro didático**. Informar sim, mas também possibilitar que os alunos questionem sobre o que estão aprendendo; busquem informações e dados em outras fontes; interajam entre si, com membros da comunidade escolar, com familiares, entre outros; expressem suas opiniões e as embasem com argumentos; produzam informação e transformem sua escola e sua comunidade.

Observa-se que deter a informação, que antes fazia uma professora ou um professor distinguido, hoje não é mais algo que dê *status*. Olhemos um pouco a disponibilidade de informação que inexistia em nosso meio há dois ou três anos atrás. A internet, para dar apenas um exemplo de algo que está a determinar a suplantação do professor informador, é um recurso cada vez mais disponível, a baixo custo, para facilitar o fornecimento de informações. [...]

Como não existe, e muito provavelmente não existirá nas próximas gerações, nenhum programa de computador que faça formação – lamentavelmente ainda são poucos os professores formadores –, se o professor informador é um sério candidato ao desemprego, o professor formador ou a professora formadora será cada vez mais importante. Assim, para essa profissão, a informatização não é uma ameaça e sim uma fabulosa oportunidade. Vou repetir que o professor informador está superado pela fantástica aceleração da moderna tecnologia que ajuda a educação a sair de sua artesania. Mas o professor formador é insuperável mesmo pelo mais sofisticado arsenal tecnológico.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica**: questões e desafios para a educação. 4. ed. Ijuí: Editora Unijui, 2006. p. 88-89. (Coleção Educação em química).

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

A CIÊNCIA NÃO É NEUTRA NEM TRAZ VERDADES IMUTÁVEIS

Nos anos finais do Ensino Fundamental, os alunos estão passando por mudanças importantes, próprias da transição da infância para a adolescência. Nesta idade, o questionamento está fortemente presente. Acompanhando esse amadurecimento, o ambiente escolar pode contribuir para desenvolver o caráter crítico e reflexivo dos alunos também no que se refere à produção e divulgação do conhecimento científico. Desenvolver o pensamento crítico está intimamente relacionado à promoção da alfabetização científica. Um aluno crítico questiona e reflete sobre as informações que recebe e é capaz de ir além, buscando novas fontes. Além disso, um aluno crítico percebe suas dificuldades e pontos fortes, e começa a caminhar para sua autonomia.

À medida que se apropriam da Ciência, os estudantes devem ser capazes de perceber tanto os benefícios e aplicações na sociedade quanto as limitações e consequências negativas atrelados a ela. A Ciência

não tem as respostas para todas as questões nem as soluções para todos os problemas. A Ciência não produz verdades absolutas: os conhecimentos científicos são parciais, relativos e passíveis de mudança.

Outras oportunidades trazidas pela implementação da alfabetização científica se relacionam ao desenvolvimento social, científico e tecnológico do país. Pedro Demo (2010) cita:

a) Aproveitar conhecimentos científicos que possam elevar a qualidade de vida, por exemplo, em saúde, alimentação, habitação, saneamento etc., tornando tais conhecimentos oportunidades fundamentais para estilos de vida mais dignos, confiáveis e compartilhados;

b) Aproveitar chances de formação mais densa em áreas científicas e tecnológicas, como ofertas de ensino médio técnico, frequência a cursos de universidades técnicas, participação crescente em propostas de formação permanente técnica, em especial virtuais;

c) Universalizar o acesso a tais conhecimentos, para que todos os alunos possam ter sua chance, mesmo aqueles que não se sintam tão vocacionados – é propósito decisivo elevar na população o interesse por ciência e tecnologia, em especial insistir na importância do estudo e da pesquisa;

d) Tomar a sério a inclusão digital, cada vez mais o centro da inclusão social (Demo, 2005), evitando reduzi-la a meros eventos e opções esporádicas e focando-a no próprio processo de aprendizagem dos alunos e professores; ainda que o acesso a computador e internet não tenha os efeitos necessários/automáticos, pode significar oportunidade fundamental para “impregnar” a vida das pessoas de procedimentos científicos e tecnológicos;

e) Trabalhar com afinco a questão ambiental, precisamente por conta de seu contexto ambíguo: de um lado, a degradação ambiental tem como uma de suas origens o mau uso das tecnologias (por exemplo, o abuso de agrotóxicos); de outro, o bom uso de ciência e tecnologia poderia ser iniciativa importante para termos a natureza como parceira imprescindível e decisiva da qualidade de vida.

DEMO, P. **Educação e alfabetização científica**. Campinas: Papirus, 2010. p. 56-57.

Para saber mais

CHASSOT, A. **Alfabetização científica**: questões e desafios para a educação. 4. ed. Ijuí: Editora Unijui, 2006. (Coleção Educação em química).

DEMO, P. **Educação e alfabetização científica**. Campinas: Papirus, 2010.

O TRABALHO COM COMPETÊNCIAS PRÓPRIAS DO PENSAMENTO CIENTÍFICO

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

A alfabetização científica traz dois propósitos intimamente relacionados e interdependentes: compreender os saberes produzidos pela cultura científica e participar, ativamente, da construção desses saberes. Em ambos, o desenvolvimento de competências próprias do pensamento científico, investigativo, deve ser um contínuo no trabalho do professor. Tais habilidades estão **ligadas ao dia a dia escolar**, e não necessariamente atreladas a aulas especiais no laboratório ou a saídas de campo e trabalho prático. Veja a comparação apresentada no trecho a seguir, que aborda a natureza do pensamento científico e a importância de pensarmos nele como parte do cotidiano da área de Ciências da Natureza:

Uma analogia que me parece muito útil é pensar a ciência como uma moeda. Qual é a característica mais notória de uma moeda? Acertaram: ter duas caras.

O que representam as caras? Uma delas é a ciência como produto. Esta é a cara mais privilegiada na escola, e refere-se às Ciências Naturais como um conjunto de fatos, de explicações que os cientistas vieram construindo ao longo destes últimos séculos. O que são estes produtos? Sabemos, por exemplo, que o som necessita de um meio material para propagar-se. E que, ao longo da história da vida na Terra, os organismos foram sendo modificados. Sabemos, também, que as plantas fabricam seu alimento utilizando a energia do sol, e que esse processo é chamado fotossíntese. E a lista continua...

Ensinar Ciências como produto implica ensinar os conceitos da ciência. Vale afirmar que, longe de estarem isolados, os conceitos científicos se organizam em marcos que lhes dão sentido e coerência.

As observações adquirem lógica à luz de explicações, e as explicações estão integradas em leis e teorias sempre mais abrangentes, que tentam dar conta de maneira cada vez mais generalizada de como funciona a natureza.

A segunda cara da moeda representa a ciência como processo. Em Ciências, o mais importante não é tanto aquilo que sabemos, mas o processo pelo qual chegamos a sabê-lo. Esta cara é a que menos se encontra na escola, e tem a ver com a maneira com que os cientistas geram conhecimento. Como sabemos as coisas que sabemos? Como foram descobertas? Que evidências sustentam cada conhecimento? Como poderíamos averiguar se são certas? Voltando para os exemplos anteriores, sabemos que o som precisa de um meio material para se propagar porque, por exemplo, se pusermos algo que emite som de uma redoma, na qual foi feito vácuo em seu interior, não escutamos nada. Ou que os seres vivos sofreram transformações porque existem fósseis que nos permitem reconstruir a história da vida sobre o planeta. Poderíamos averiguar se é certo que as plantas necessitam da luz do sol para produzir seu alimento provando o que acontece se as colocarmos em um lugar escuro.

Se pensarmos no ensino, esta segunda cara da ciência refere-se ao que chamamos de "competências": aquelas ferramentas fundamentais que estão em conjunto com o pensamento científico. Estas competências têm a ver com o aspecto metodológico da ciência (Gellon et al., 2005), o que nos leva ao conhecido método científico que ainda é ensinado nas escolas. Entretanto, pensar em um método único e rígido não somente é irreal, longe do modo com que os cientistas exploram os fenômenos da natureza, como também resulta pouco frutífero na hora de ensinar a pensar cientificamente (Furman e Zysman, 2001). Por quê? Porque o pensamento científico é um pensamento sistemático, mas, ao mesmo tempo, criativo, que requer olhar além do evidente.

Diversos autores concordam que, no lugar do método científico, se resulta mais valioso ensinar uma série de competências relacionadas com os procedimentos de investigação da ciência (Fumagalli, 1993; Harlen, 2000; Howe, 2002). Alguns exemplos de competências científicas são:

- Observar com um propósito (procurando padrões ou raridades);
- Descrever o que se observa;
- Comparar e classificar, com critérios próprios ou dados;
- Formular perguntas investigativas;
- Propor hipóteses e previsões;
- Planejar experimentos para responder a uma pergunta;
- Analisar resultados;
- Propor explicações para os resultados e elaborar modelos que se ajustem aos dados obtidos;
- Procurar e interpretar informações científicas de textos e outras fontes;
- Argumentar com base em evidências;
- Escrever textos no contexto das Ciências.

Até aqui dissemos que a primeira característica notória de uma moeda é que ela tem duas caras. Qual é a segunda? Acertaram novamente: que essas caras são inseparáveis.

Por que isso é importante? Justamente porque, se as duas caras da ciência são inseparáveis, ambas as dimensões têm que aparecer nas aulas de maneira integrada. Utilizar as experiências de laboratório para corroborar algo que os alunos aprenderam de modo puramente teórico, por exemplo, é separar as duas caras da ciência; ou, então, fazer atividades nas quais se aborde puramente o procedimento (as competências científicas) sem uma aprendizagem conceitual agregada. Ao dissociar estas duas caras, mostramos aos alunos uma imagem que não é fiel à natureza da ciência.

FURMAN, M. **O ensino de Ciências no Ensino Fundamental**: colocando as pedras fundacionais do pensamento científico. São Paulo: Sangari Brasil. 2009. p. 11-12. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=167317>. Acesso em: maio 2018.

A BNCC reconhece o valor desses pressupostos e, em articulação com as competências gerais, apresenta uma lista de **competências específicas** cujo desenvolvimento deve ser garantido aos alunos.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL

1. Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.
2. Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
3. Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.
4. Avaliar aplicações e implicações políticas, socioambientais e culturais da ciência e de suas tecnologias para propor alternativas aos desafios do mundo contemporâneo, incluindo aqueles relativos ao mundo do trabalho.
5. Construir argumentos com base em dados, evidências e informações confiáveis e negociar e defender ideias e pontos de vista que promovam a consciência socioambiental e o respeito a si próprio e ao outro, acolhendo e valorizando a diversidade de indivíduos e de grupos sociais, sem preconceitos de qualquer natureza.
6. Utilizar diferentes linguagens e tecnologias digitais de informação e comunicação para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e resolver problemas das Ciências da Natureza de forma crítica, significativa, reflexiva e ética.
7. Conhecer, apreciar e cuidar de si, do seu corpo e bem-estar, compreendendo-se na diversidade humana, fazendo-se respeitar e respeitando o outro, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza e às suas tecnologias.
8. Agir pessoal e coletivamente com respeito, autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza para tomar decisões frente a questões científico-tecnológicas e socioambientais e a respeito da saúde individual e coletiva, com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidários.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. 2017. p. 320-321.

METODOLOGIAS ATIVAS PARA PROMOVER A APRENDIZAGEM E A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Para que o trabalho na área se consolide de maneira a favorecer a alfabetização científica, dispomos de diferentes estratégias de aprendizagem (leituras, experimentos, confecção de modelos, pesquisas, entrevistas, produções escritas, debates, exposições orais, entre outras). Importante salientar que a aplicação de muitas dessas estratégias favorece o **trabalho colaborativo**, em que os alunos interagem, desenvolvem o senso de cooperação e vivenciam a aplicação das habilidades socioemocionais. Vale considerar o conteúdo a seguir, em que se discute o tema e o papel do professor nele:

Dois conceitos são especialmente poderosos para a aprendizagem hoje: **aprendizagem ativa** e **aprendizagem híbrida**. As metodologias ativas dão ênfase ao papel protagonista do aluno, ao seu envolvimento direto, participativo e reflexivo em todas as etapas do processo, experimentando, desenhando, criando, com orientação do professor; a aprendizagem híbrida destaca a flexibilidade, a mistura e compartilhamento de espaços, tempos, atividades, materiais, técnicas e tecnologias que compõem esse processo ativo. *Hibrido*, hoje, tem uma mediação tecnológica forte: físico-digital, móvel, ubíquo, realidade física e aumentada, que trazem inúmeras possibilidades de combinações, arranjos, itinerários, atividades.

Metodologias são grandes diretrizes que orientam os processos de ensino e aprendizagem e que se concretizam em estratégias, abordagens e técnicas concretas, específicas e diferenciadas.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Metodologias ativas são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, integrada e híbrida. As metodologias ativas, num mundo conectado e digital, expressam-se por meio de modelos de ensino híbridos, com muitas possíveis combinações. A junção de metodologias ativas com modelos flexíveis e híbridos traz contribuições importantes para o desenho de soluções atuais para os aprendizados de hoje.

A aprendizagem mais intencional (formal, escolar) se constrói num processo complexo e equilibrado entre três movimentos ativos híbridos principais: a construção **individual** – na qual cada aluno percorre e escolhe seu caminho, ao menos parcialmente; a **grupal** – na qual o aluno amplia sua aprendizagem por meio de diferentes formas de envolvimento, interação e compartilhamento de saberes, atividades e produções com seus pares, com diferentes grupos, com diferentes níveis de supervisão docente; e a **tutorial**, em que aprende com a orientação de pessoas mais experientes em diferentes campos e atividades (curadoria, mediação, mentoria).

Em todos os níveis há, ou pode haver, orientação ou supervisão, e ela é importantíssima para que o aluno avance mais profundamente na aprendizagem. Porém, na construção individual, a responsabilidade principal é de cada um, da sua iniciativa, do que é previsto pela escola e do que o aluno constrói nos demais espaços e tempos. O mesmo acontece na construção colaborativa ou grupal: nela, a aprendizagem depende muito – mesmo havendo supervisão – da qualidade, riqueza e iniciativas concretas dos grupos, dos projetos que desenvolvem, do poder de reflexão e da sistematização realizada a partir de atividades desenvolvidas. O papel principal do especialista ou docente é o de orientador, tutor dos estudantes individualmente e nas atividades em grupo, nas quais os alunos são sempre protagonistas.

BACICH, L.; MORAN, J. (Org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 4-5.

Uma variedade de estratégias pode ser usada pelo professor, de acordo com seus objetivos, com os interesses da turma e com os recursos da escola. Aqui, apresentamos alguns caminhos possíveis, alinhados com as **metodologias ativas**, que se caracterizam "pela inter-relação entre educação, cultura, sociedade, política e escola, sendo desenvolvida por meio de métodos ativos e criativos, centrados na atividade do aluno com a intenção de propiciar a aprendizagem." (Bacich, L.; Moran, J. 2018, p. XI). Atualmente, faz sentido buscar propostas que levem os alunos a trabalhar com incertezas, de maneira que desenvolvam os próprios questionamentos e formas de aquisição de informação, por meio de pesquisas, produção de informação e compartilhamento.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

1. USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS

Com a popularização da internet e a disponibilidade cada vez maior de celulares e outros dispositivos móveis conectados, é a cada dia mais fácil combinar diferentes técnicas educacionais que se utilizem dessas ferramentas. Muitos professores ainda são resistentes ao seu uso, alegando que promovem a distração, ou tendo eles próprios dificuldades em lidar com alguns aspectos da tecnologia. Embora muitos desafios sejam impostos pelo simples fato de dar aos alunos o acesso a esses equipamentos, a escola não pode apenas ignorar a realidade conectada atual.

As tecnologias digitais estão intimamente ligadas às metodologias ativas de aprendizagem, pois permitem que os grupos de aprendizes se mantenham conectados de maneira colaborativa, tanto entre pares quanto com seus tutores. As redes são fonte quase inesgotável e imediata de informações, possibilitando agilidade nas atividades do dia a dia e na resolução de problemas e desafios. O mundo digital também facilita a autoria, na medida em que abre portas para que os estudantes compartilhem o que produziram, avaliem-se mutuamente e tornem visíveis os resultados do seu trabalho, promovendo a valorização das próprias criações.

É fato que o uso de tecnologias exige que a escola invista em infraestrutura e repense suas práticas pedagógicas. Ainda assim, é possível desenvolver excelentes propostas com equipamentos simples (até mesmo com celulares), aplicativos e programas gratuitos.

Ser um nativo digital, como é o caso dos alunos a que esta coleção está direcionada, não significa ser competente digital. A escola pode e deve investir na formação dos alunos para que sejam bons usuários, de modo que possam:

- Saber conduzir uma pesquisa na rede, utilizando palavras-chave mais adequadas e precisas.
- Selecionar fontes confiáveis.
- Verificar e validar dados em diferentes fontes.
- Praticar o respeito aos direitos autorais de materiais já publicados, sejam imagens, textos, vídeos ou outros de qualquer natureza, sempre citando as fontes de suas pesquisas.
- Respeitar a opinião de outros em fóruns e *chats* de discussão, sabendo se colocar de maneira respeitosa, inteligente e argumentativa.
- Entender que o aparente anonimato proporcionado pelo mundo digital não exime ninguém de respeitar as leis vigentes.
- Respeitar a privacidade de outras pessoas e não se expor demais nas redes sociais, mantendo sua própria privacidade.
- Navegar com segurança, não compartilhar dados particulares (principalmente endereço, dados bancários e outros) em *sites* que não sejam seguros.
- Entender os limites do mundo digital e utilizar equipamentos com parcimônia, balanceando o tempo de navegação nas redes com outras atividades e mantendo suas relações presenciais de forma saudável.

2. ATIVIDADES PRÁTICAS: EXPERIMENTOS*, DEMONSTRAÇÕES E CONSTRUÇÃO DE MODELOS

As atividades práticas contribuem de forma significativa para a compreensão de ideias gerais da cultura e da metodologia científica, tais como:

- Reconhecer a importância do trabalho em grupo e compreender que a Ciência é um produto coletivo.
- Saber que o conhecimento científico é construído ao longo do tempo e depende, entre outras coisas, da disponibilidade de tecnologia do momento em que está inserido.
- Identificar um modelo como algo que nos ajuda a compreender a realidade.
- Perceber que a pesquisa e a observação são meios de obter informações confiáveis.
- Compreender que as hipóteses são respostas possíveis a uma determinada questão, e que para testar hipóteses existem procedimentos adequados.
- Formular hipóteses, maneiras de testá-las e prever resultados constitui grande parte do trabalho dos cientistas.
- Registrar e comunicar resultados de maneira adequada é fundamental, e para isso são usados textos, tabelas, fichas, desenhos, gráficos ou outros organizadores.

3. PESQUISAS

Pesquisar permite descobrir ou ampliar o que sabemos sobre determinado assunto. É fundamental que os alunos associem a pesquisa como **uma importante ferramenta de aprendizagem**. **Pesquisar** proporciona ao aluno desenvolver as habilidades de localizar, selecionar e usar informações, produzindo conteúdo próprio e significativo para ele. Entendemos que esse tipo de atividade contribui para o desenvolvimento de habilidades de investigação científica e autonomia do aluno.

A pesquisa, para ser efetiva, deve ser ensinada na escola. Resumidamente, uma boa pesquisa pode ser guiada pelos seguintes passos:

1. Definir qual será o tema ou objetivo da pesquisa: responder a um questionamento, aprender mais sobre um processo ou pessoa, encontrar a solução para um problema, divulgar informações corretas sobre determinado assunto.
2. Pesquisar dados em fontes confiáveis e atuais (ver mais sobre a identificação de fontes confiáveis em outros momentos dos manuais da coleção). A troca de informações entre os alunos é desejável nesta etapa.

* Usamos o termo experimento no sentido amplo, vinculado a atividades em que há teste de hipótese.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

3. Selecionar informações a partir de dados relevantes obtidos na pesquisa, buscando atingir o objetivo estabelecido e registrar esses dados de maneira organizada.
4. Apresentar o resultado da pesquisa, de forma estruturada, clara e objetiva, seja em forma de texto, de cartaz, de palestra, entre outros, pensando na melhor linguagem para o público que o lerá.
5. Avaliar se a pesquisa atendeu ao objetivo inicial.

Nas atividades de pesquisa, é desejável expor para os alunos esses passos, de forma a familiarizá-los com o método. O professor pode fazer questões aos alunos de modo que eles próprios cheguem aos passos da pesquisa anteriormente descritos. Por exemplo:

1. Qual é o objetivo da nossa pesquisa? O que queremos saber?
2. Que materiais vamos usar para chegar a nosso objetivo? Vamos à biblioteca, à internet? Que tipo de livros ou *sites* devemos procurar?
3. Depois de encontrar os materiais sobre o assunto, o que devemos fazer? Será que precisaremos ler o material inteiro para achar o que buscamos?
4. Como deve ser a apresentação do resultado da pesquisa? A quem essas informações se destinam?
5. Depois de terminar o trabalho, perguntar: Vocês acham que a pesquisa atingiu o resultado desejado? Conseguimos descobrir o que queríamos?

Nos manuais desta coleção, procuramos orientar o professor nesse sentido, oferecendo sugestões de encaminhamento da tarefa que contribuam para sua conclusão efetiva, bem como textos que explorem em mais detalhes o conteúdo exposto para o aluno e sugestões de atividades complementares que ampliem e aprofundem a compreensão do objeto de estudo.

4. COMPETÊNCIAS COMUNICATIVAS: LEITURA, ESCRITA E ORALIDADE

Saber expressar-se e compreender uma linguagem é atribuir significado à informação, é dar sua própria interpretação de algo, é, por fim, aprender. **O domínio da linguagem é essencial em todas as disciplinas**, porque cada uma delas é em si uma linguagem; aprender Ciências envolve o conhecimento de um vocabulário específico, de uma estrutura de pensamento e modo de ver o mundo característicos dessa área. De fato, ler e fazer Ciência têm muito em comum: para ambas as atividades é preciso dispor de conhecimentos prévios, fazer hipóteses, determinar a relevância da informação, comparar, fazer pausas para avaliar a compreensão e detectar eventuais falhas etc.

A leitura das imagens (ilustrações, fotografias, mapas e gráficos) faz parte da compreensão de um conteúdo. Uma imagem malfeita pode prejudicar, e muito, essa compreensão. A leitura de imagens permite que os alunos desenvolvam habilidades de descrição, identificação e comparação, entre outras.

Por vezes, não conseguimos imaginar “concretamente” como é o objeto representado em uma figura, principalmente quando ele nos é apresentado pela primeira vez. Muitos de nós já nos surpreendemos depois de perceber que uma célula, apesar de ser representada no plano, é uma estrutura tridimensional.

A proporção entre os elementos, os cortes e o uso de cores artificiais são recursos utilizados (ou não utilizados) nas imagens dos livros didáticos e que precisam ser ensinados aos alunos. Para isso, empregue um tempo da aula mostrando as particularidades de algumas imagens disponíveis na coleção. Ao longo dos comentários específicos das unidades, oferecemos outras propostas para o trabalho com as imagens.

- Proporção: explique que, nas páginas de um livro, nem sempre é possível respeitar a proporção entre os elementos; é isso que está dito nos selos que mencionam “imagens fora de proporção”. Por exemplo, ao representar os planetas do Sistema Solar e suas órbitas, não é exequível um esquema que respeite as proporções de tamanho e distância entre eles.
- Uso de cores artificiais: mostre que a foto de um microrganismo foi colorida artificialmente (com o uso de substâncias corantes ou manipulação digital da imagem) para destacar melhor a forma ou que cores diferentes das reais foram usadas nas figuras do corpo humano para que pudéssemos diferenciar uma da outra; em algumas imagens o selo “as cores não são reais” aparecerá para alertar sobre esses casos.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

- Cortes e figuras do corpo humano: faça com que os alunos percebam que algumas estruturas do corpo humano são desenhadas em corte (isto é, vistas "por dentro"). Em outras, alguns órgãos não foram desenhados para evidenciar outros.
- Tamanho dos seres vivos: nas fotografias, procuramos informar os tamanhos reais dos seres vivos por meio de silhuetas, de modo que os alunos possam ter noção e fazer comparações.
- Ampliação das imagens feitas ao microscópio: a legenda das fotografias feitas ao microscópio informa quantas vezes a imagem foi ampliada em relação ao tamanho original do item apresentado. Mostre aos alunos que esses números são muito grandes porque o objeto/ser retratado era muito pequeno, e foi preciso ampliar a imagem muitas vezes, com a ajuda do microscópio, até que pudéssemos enxergar esses objetos ou seres.

Os livros didáticos usualmente tentam suprir as dificuldades de entendimento da escrita com a utilização de ilustrações. A compatibilização das ilustrações com as informações apresentadas já é, por si só, um problema, ainda que, nas edições mais cuidadosas, esteja resolvido. [...]

A maioria das ilustrações que se encontram nos bons livros é pouco explicativa para quem tem um primeiro contato com as informações a serem passadas. A utilização de cortes, de projeções bidimensionais, de perspectivas distorcidas e de ampliações torna os objetos tridimensionais irreconhecíveis para a maioria dos sujeitos que os veem pela primeira vez.

Mais do que isso, leva à construção errônea de conceitos, relações e dimensões. Quem só conhece o fígado pelos desenhos do aparelho digestivo dificilmente tem noção de seu tamanho e de sua posição no organismo. A representação usual do sistema solar, em perspectiva, acentua a forma elíptica das órbitas, fazendo com que seja impossível perceber que a órbita terrestre é praticamente circular. Dadas as distâncias e os tamanhos dos planetas, revela-se inviável a representação em escala do sistema solar. Esse aspecto é muito pouco assinalado nas representações usuais, dificultando a tarefa de compreender, por exemplo, a diferença entre as fases da Lua e seus eclipses ou por que é a inclinação dos eixos associada ao movimento de translação da Terra, e não a excentricidade, a responsável pelas estações do ano.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002. p. 296-297. (Coleção Docência em Formação).

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

5. ENTREVISTAS

A entrevista é um tipo particular de pesquisa. Ela pode ser usada tanto para conhecer a opinião dos entrevistados quanto para obter informações sobre algo de sua especialidade. Por meio dela, os alunos podem trabalhar habilidades de comunicação oral e escrita, além de valorizar outras formas de aprender e se informar. Na coleção, estimulamos o uso da entrevista como maneira de se informar.

Da mesma maneira que as demais estratégias, fazer uma entrevista também deve ser algo aprendido pelo aluno e, por isso, deve ser uma atividade orientada pelo professor. É comum que alunos muito novos tenham dificuldade em fazer o registro das respostas do entrevistado. Deve-se, portanto, ficar atento para auxiliá-los nessa tarefa e adequar o conteúdo e a quantidade de informações a ser registrada à faixa etária de cada turma.

Para que seja proveitosa, a entrevista deve ser orientada e planejada. A seguir, algumas etapas que podem facilitar esse processo:

- Informar aos alunos o objetivo da entrevista e definir quem deverá ser entrevistado (alguém em particular ou pessoas com determinado perfil). Essa definição pode levar em conta características/conhecimentos específicos e pode ser decidida coletivamente.
- Oferecer aos alunos (principalmente aos mais novos) uma entrevista de revista, jornal ou *site*, nos moldes daquela que eles deverão fazer. A leitura coletiva de um modelo, seguida da discussão e levantamento de alguns aspectos relevantes, como o tipo de questão, os indicativos da fala do entrevistador e do entrevistado, o registro escrito das expressões das pessoas (ex.: sorriso, silêncio), fornecerão aos alunos ferramentas para suas próprias entrevistas.

- Quando o entrevistado for alguém específico, fazer uma pesquisa prévia sobre ele: nome, perfil profissional ou educacional, interesses, trajetória de vida etc.
- Coletivamente, definir os assuntos de interesse da pesquisa com base em seu objetivo e na curiosidade dos alunos. Selecionar as questões que deverão ser feitas aos entrevistados, evitando as muito distantes do objetivo inicial e as que possam gerar respostas semelhantes. Organizar a dinâmica da entrevista: quem vai fazer as perguntas, em que ordem, quem vai registrar as respostas e de que forma. Registrar a rotina por escrito.
- Combinar como será a entrevista: ao vivo, por telefone, por *e-mail*. Orientar os alunos a agendar um bom horário e data para a realização da entrevista, avisando também quanto tempo ela terá, aproximadamente. Durante a entrevista, os alunos devem respeitar o momento de o entrevistado falar e tratá-lo com respeito. Ao final, devem agradecer as informações prestadas pelo entrevistado.
- Em classe, organizar o material obtido de acordo com a proposta inicial.
- Promover uma conversa coletiva com a turma para que os alunos possam avaliar o resultado do trabalho e verificar se os objetivos foram alcançados.

6. VISITAS A ESPAÇOS CULTURAIS

Nos manuais do professor há sugestões de visitas a museus e centros de pesquisa. É importante que o professor seja um agente disseminador de espaços culturais de sua região, conheça-os com seus alunos e aproveite seus recursos. Os alunos devem ser ensinados a valorizar espaços fora da escola que favoreçam a pesquisa e a aprendizagem; além dos museus e centros de pesquisa, há observatórios astronômicos, universidades, zoológicos, jardins botânicos, bibliotecas e centros de ciência que oferecem horários para visitas e, por vezes, monitores especializados.

7. PROJETOS E FEIRAS DE CIÊNCIAS

Projetos caracterizam-se por unidades de trabalho relativamente amplas, com um fim em vista. São geralmente produzidos em grupo, em que os alunos partem de um problema e buscam sua solução (HAYDT, 2006, p. 213). Os resultados dos projetos podem ser apresentados nas tradicionais feiras de ciências. Cada volume da coleção traz, ao final das unidades, duas propostas para a condução de projetos; elas podem ser tanto trabalhadas da maneira que se apresentam quanto ampliadas ou reduzidas de acordo com o planejamento da escola.

Em linhas gerais, os projetos devem ser orientados segundo alguns passos:

- Definir o tema: considera-se um tema de importância particular para a turma ou para a comunidade, de maior ou menor abrangência. O tema pode ser trabalhado de forma interdisciplinar, envolvendo outras áreas do conhecimento.
- Escolher um problema: momento de transformar o tema em uma questão que estimule soluções e demande a busca por informações.
- Conteúdos e atividades necessárias ao tratamento do problema: momento de elaborar com a turma a forma de conduzir a investigação, que atividades devem ser realizadas e por quem, que materiais são necessários, como os dados serão organizados e que público será alvo do projeto.
- Intenções educativas ou objetivos: definir e apresentar para os alunos os objetivos da investigação.
- Fechamento: organizar e interpretar os dados que respondem ao problema inicial e definir como esses dados serão apresentados ao público que se destinam. Aqui entra a elaboração de folhetos, jornais, cartazes, encenações, maquetes, demonstrações ou exposições em feiras de ciências.
- Avaliação: pode-se avaliar a colaboração dos alunos no grupo, o resultado final, as dificuldades ao longo do percurso, a recepção do público-alvo, entre outros aspectos. Interessante também é promover a autoavaliação dos participantes do projeto sobre suas contribuições.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Para saber mais

BRASIL. Ministério da Educação. **Programa Nacional de Apoio às Feiras de Ciências da Educação Básica**. Brasília, DF. Disponível em: <http://livro.pro/xz6agv>. Acesso em: 24 ago. 2018.

BENDER, W. N. **Aprendizagem baseada em projetos**: educação diferenciada para o século XXI. Porto Alegre: Penso, 2014.

GESTÃO DO TEMPO, PLANEJAMENTO E POSSIBILIDADES DA COLEÇÃO

Embora sejam práticas recorrentes e necessárias na vida do professor, a gestão do tempo e o planejamento vêm ganhando cada vez mais importância, à medida que ele precisa avaliar e decidir, entre a grande disponibilidade de estratégias e materiais educativos disponíveis, quais são mais adequados para sua realidade e quanto tempo deve se dedicar a cada item. Selecionar não só os conteúdos a serem trabalhados, mas também quais materiais serão necessários e qual metodologia será utilizada, semanalmente, são tarefas que demandam tempo e precisam estar inseridas no planejamento.

Pensando nessa demanda, o material está organizado em seis unidades e dois projetos, permitindo que o professor tenha flexibilidade para montar seu plano de aulas. Os projetos foram concebidos de modo a permitir uma "conclusão" do semestre, embora possam ser realizados em outros momentos. Dessa forma, para um ano letivo dividido em quatro bimestres, o primeiro e o terceiro bimestres contariam com o desenvolvimento de duas unidades cada um; o segundo e o quarto bimestres abordariam uma unidade e um projeto cada um. Outra possibilidade é trabalhar uma unidade no primeiro e no último bimestres, que se referem ao começo e ao final do ano letivo, e trabalhar duas unidades no segundo e no terceiro bimestres. Como o começo e o final do ano letivo costumam ser utilizados por muitas escolas para a prática de atividades extras e eventos, essa pode ser uma divisão interessante. Nessa proposta, os projetos ficam livres para serem "encaixados" no planejamento no momento ideal. Outra forma, ainda, é fazer uma divisão semestral em que três unidades sejam trabalhadas em cada um deles. As unidades podem ser aplicadas na sequência proposta pelos livros ou na sequência que o professor considerar mais adequada ao seu planejamento.

A apresentação dos conteúdos, na coleção, foi pensada para se concentrar no essencial da área, contemplando o que demanda a BNCC e respeitando o espaço de personalização das aulas, de acordo com os interesses da turma e levando em consideração a realidade local. Esta coleção definitivamente não objetiva esgotar os temas de Ciências da Natureza.

SALA DE AULA INVERTIDA

Uma das técnicas mais simples e eficazes de promover a aprendizagem ativa é a chamada **sala de aula invertida**. Bergmann e Sams (2018, p. 11) foram os primeiros professores a divulgar as técnicas da sala de aula invertida: "Basicamente, o conceito de sala de aula invertida é o seguinte: o que tradicionalmente é feito em sala de aula, agora é executado em casa, e o que tradicionalmente é feito como trabalho de casa, agora é realizado em sala de aula". Para os autores, de maneira simplificada, o processo consistia em os alunos assistirem a vídeos criados pelos professores, antes da aula, com os temas a serem trabalhados durante o período na escola. Essa é uma das técnicas possíveis, porém, outras formas podem ser criadas, como a pesquisa de informações em diversas fontes e a proposição inicial de problemas.

Todos os volumes da coleção permitem o uso da sala de aula invertida, na medida em que os textos de apresentação dos conteúdos e as questões que os acompanham foram pensados para permitir que o aluno os consuma com autonomia antes da aula. Nessa proposta, o tempo de classe ficaria reservado para discussão de dúvidas, ampliação dos temas e o trabalho com as atividades mais complexas encontradas ao final de cada capítulo, tais como pesquisas, debates, experimentos, modelos e outras que demandam maior intervenção do professor, como mediador e tutor dos alunos. Essas atividades estão reunidas na seção **Mergulho no tema**. Outra maneira de aplicar a sala de aula invertida é partir de atividades, projetos, experimentos ou problemas cuja resolução envolva a busca por conhecimento, em uma ou mais áreas.

Para que a sala de aula invertida seja possível, o papel do professor precisa mudar. Ele deixa de ser o transmissor da informação para agir como orientador e tutor da turma, personalizando os períodos de trabalho a partir das necessidades daquele grupo específico. O foco da aula passa a ser o aluno e seus questionamentos e interesses.

Bergmann e Sams (2018) listam as vantagens da aplicação da sala de aula invertida; algumas delas estão resumidas a seguir (a parte destacada é dos autores, e o resumo é próprio).

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

- **A inversão fala a língua dos estudantes de hoje**, na medida em que se utiliza de materiais a que muitos estão acostumados a consultar, como vídeos da internet.
- **A inversão ajuda os estudantes ocupados**, que podem flexibilizar o tempo em que consomem informação na medida de suas agendas.
- **A inversão ajuda os estudantes que enfrentam dificuldades**, pois o professor pode atendê-los de maneira personalizada sempre que trazem dúvidas.
- **A inversão ajuda alunos com diferentes habilidades a se superarem**, e os alunos com necessidades especiais podem consumir o conteúdo de diferentes formas.
- **A inversão cria condições para que os alunos pausem e rebobinem o professor**, pois eles podem ver e rever o material quantas vezes precisarem, dando pausas e repetindo trechos (de vídeos ou de textos) como preferirem.
- **A inversão intensifica a interação aluno-professor**, pois se estabelece uma relação de orientação e tutoria próxima dos alunos.
- **A inversão possibilita que os professores conheçam melhor seus alunos**, no contexto das interações promovidas pela técnica.
- **A inversão aumenta a interação aluno-aluno**, promovendo o trabalho em grupo e as competências socioemocionais.
- **A inversão permite a verdadeira diferenciação**, pois o maior tempo de sala de aula dedicado ao trabalho prático permite que os professores identifiquem os alunos que estão com mais dificuldades, dando a eles a atenção necessária.
- **A inversão muda o gerenciamento da sala de aula**, pois a dinâmica de trabalho evita que o professor precise dedicar tempo a controlar os alunos distraídos ou indisciplinados que atrapalham a aula expositiva.
- **A inversão muda a maneira como conversamos com os pais**, focando as reuniões no aprendizado do aluno e não em seu comportamento em sala de aula.
- **A inversão educa os pais**, na medida que permite que participem do momento em que os alunos estão consumindo a informação, em casa.

Embora o método da inversão tenha diversas vantagens, em muitos casos ele não é aplicável, seja por opção do professor, seja por outra dificuldade qualquer. Caso a sala de aula invertida não seja a melhor opção para o professor, o material desta coleção pode ser aplicado da maneira tradicional: as aulas expositivas são dadas na escola, com alguns trabalhos práticos, e outras tarefas são feitas em casa pelos alunos.

AVALIANDO O PROGRESSO DOS ALUNOS

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Aprender é um processo contínuo. Assim, a avaliação é um ato "ao longo de", e não "após o" processo de aprendizagem. Avaliamos o aluno até mesmo antes de iniciar um conteúdo, detectando seus conhecimentos prévios e trazendo à memória o que ele já sabe. Avaliação eficiente é aquela que orienta e transforma, e não apenas atribui uma nota. Avalia-se com o objetivo de identificar e trabalhar as deficiências de cada aluno, ajudando-o a superá-las. Por meio dos erros e das dificuldades da turma, o professor pode direcionar e ajustar seu próprio trabalho.

O resultado das avaliações deve ser apresentado ao aluno; sem esse retorno, a avaliação não faz sentido. O aluno deve ser ensinado, desde sempre, a não temer esse momento e saber como usá-lo a seu favor: comente com eles que não se trata de dar nota, de medir a "quantidade" de coisas que ele sabe, de punir alguns alunos ou de comparar os membros da classe ou as classes na escola (fazendo um *ranking*). A avaliação deve ser uma **reorientação de rota** buscando a melhor direção para aquele aluno e para aquela classe, até o resultado desejado.

Podemos considerar a avaliação segundo alguns aspectos:

1. A avaliação deve ser formativa, contínua e sistemática, planejada ao longo do processo escolar.
2. A avaliação deve ser funcional, pois é realizada em função de objetivos preestabelecidos que se pretende que o aluno alcance.

3. A avaliação deve ser orientadora, indicando ao professor e ao aluno que caminhos seguir para progredir na aprendizagem.
4. A avaliação deve ser integral, considerando o aluno como um todo e analisando todas as suas dimensões (elementos cognitivos, comportamentais, sociais e físicos).

Há diversas maneiras de avaliar, e cada professor pode dispor de um conjunto de formas de avaliação, que, se aplicadas de maneira combinada, resultam em análises mais completas e seguras para que sejam feitas correções de rotas, **a tempo**, para o bom aprendizado dos alunos. Seguem alguns caminhos possíveis:

- **Rubricas aplicadas a atividades práticas e projetos**. Esses trabalhos demonstram o nível de envolvimento, o respeito aos colegas e a disposição do aluno em colaborar com os demais. Também permitem avaliar se o aluno lida de forma adequada com materiais no laboratório, normas de segurança e procedimentos e se apresenta os resultados do trabalho com clareza e organização.

> [...] uma rubrica é um procedimento, ou guia de pontuação, que lista critérios específicos para o desempenho dos alunos e, em muitos casos, descreve diferentes níveis de desempenho para esses critérios. Uma boa rubrica deve abordar todos os componentes relevantes de um artefato ou outro tipo de tarefa dentro de um projeto de Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), assim como um conjunto de critérios específicos para o trabalho dos alunos. As rubricas devem ser construídas para produzir resultados consistentes sobre o mesmo produto ou artefato, mesmo se a avaliação baseada em rubricas for completada por diferentes avaliadores. Devido ao alto nível de especificidade exigido pelas rubricas, elas fornecem excelente orientação para os projetos de alunos dentro do *framework* da ABP e, por essa razão, devem ser compartilhadas com os alunos antes ou à medida que as tarefas de ABP forem realizadas.
>
> BENDER, W. N. **Aprendizagem baseada em projetos**: educação diferenciada para o século XXI. Porto Alegre: Penso, 2014. p. 133.

- **Prova escrita e prova oral**. A prova escrita é provavelmente a avaliação mais comum. Ela permite identificar a aquisição de conhecimentos e a capacidade de expressar-se por escrito. Uma prova bem elaborada contempla questões que exigem diferentes habilidades, tais como identificar, definir, explicar, exemplificar, comparar e justificar. Já a prova oral atualmente é pouco utilizada, mas pode constituir um recurso importante para avaliar as habilidades relacionadas à clareza do discurso, ao uso de vocabulário, à pronúncia e à elaboração do raciocínio, bem como à disposição em respeitar o direito dos colegas no momento em que estiverem falando.
- **Avaliação de atitudes e valores**. Verificar a disposição dos alunos em reagir positiva ou negativamente a ideias e atividades, seja individualmente ou em grupo. Atitudes e valores tendem a ser mais permanentes (embora possam mudar ao longo da vida) do que os próprios conhecimentos adquiridos. Também condicionam o comportamento e a tomada de decisões da vida em sociedade, sendo muito importantes para serem deixados de lado pela escola. Embora não seja possível dar nota a valores e atitudes, podemos avaliá-los, estando atentos a esses aspectos e obtendo dados que podem levar os alunos a refletir sobre seus comportamentos. O professor pode comunicar aos alunos que determinadas atitudes são importantes ao longo de uma tarefa ou promover pequenos momentos de conversa sobre temas como empatia, fala e escuta respeitosa, ética, integridade e cooperação.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Para saber mais

Para mais informações sobre como montar rubricas, sugerimos o livro referido anteriormente e o *site* a seguir (em inglês):

RUBRICS FOR TEACHERS. Disponível em: <http://livro.pro/w64pgx>. Acesso em: 15 ago. 2018.

A ORGANIZAÇÃO DA COLEÇÃO

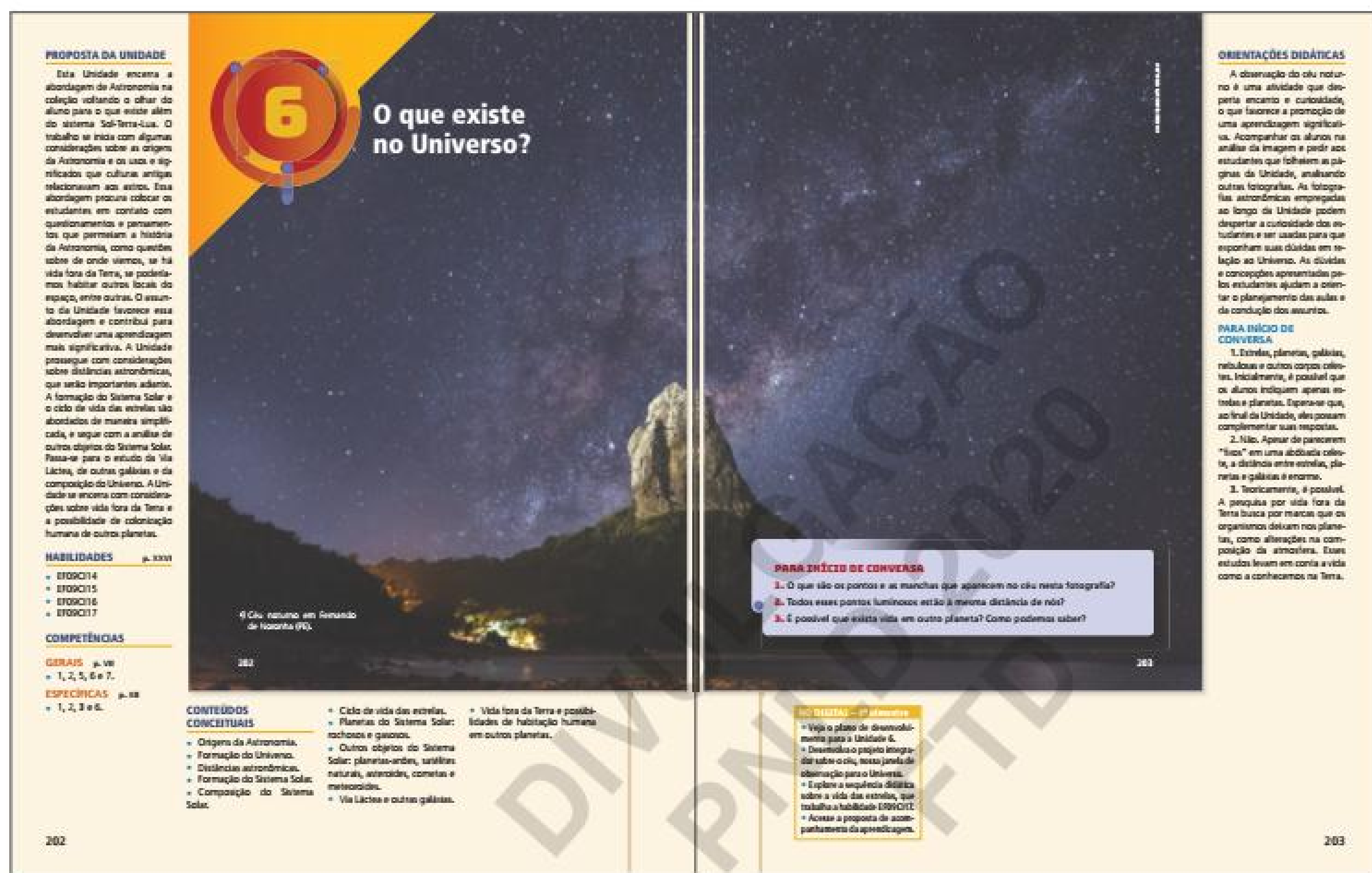
LIVRO DO ALUNO

Em cada volume da coleção, o material do aluno está organizado em 6 Unidades, cada uma com uma questão central como título. É possível perceber, em cada Unidade, duas partes distintas. Na primeira, está disposta a apresentação dos conteúdos, acompanhada por questões que estimulam a sistematização e a compreensão deles. Na segunda parte de cada Unidade, reunidas em uma grande seção denominada **Mergulho no tema**, são oferecidas atividades mais sofisticadas, que ampliarão e aprofundarão os assuntos estudados. São atividades que podem ser selecionadas, simplificadas ou estendidas de acordo com o planejamento do professor e as orientações deste Manual, direcionadas para o trabalho com cada uma das atividades.

A divisão em duas partes favorece a aplicação de metodologia ativa, utilizando por exemplo a técnica da sala de aula invertida, já explicada anteriormente. A primeira parte pode ser feita pelos alunos em casa, e o tempo de sala de aula pode ser utilizado para os questionamentos dos alunos e para a execução das atividades da segunda parte. Caso a técnica não seja utilizada, o material pode ser apresentado na ordem tradicional.

A coleção conta com seções elaboradas com objetivos específicos, que visam colaborar com os diversos aspectos do ensino de Ciências, focando a alfabetização científica.

Cada Unidade começa com uma imagem acompanhada de questões que orientam sua leitura e visam trazer à tona os conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto que será desenvolvido. Para dar título às Unidades, procuramos propor questões abrangentes e que despertem a curiosidade.



Os conteúdos são apresentados em blocos, sempre acompanhados de atividades de sistematização e aplicação, de modo que os alunos possam trabalhar com autonomia. Procuramos intercalar os blocos de texto e atividade evitando grandes extensões ininterruptas de texto. Com isso, pretendemos proporcionar um ritmo didático equilibrado.

PALAVRAS-CHAVE

Palavras ou termos importantes para as Ciências são explicados simplificadamente nos boxes **Palavras-chave**, procurando trazer para o estudante mais intimidade com o raciocínio científico.

ASSIM SE FAZ CIÊNCIA

Compreender aspectos característicos e importantes da ciência como atividade humana é o objetivo da seção **Assim se faz ciência**. Os alunos poderão aprender e refletir sobre métodos científicos, investimento em pesquisa, ética na ciência e outros temas relevantes.

VAMOS VERIFICAR

Na seção **Vamos verificar**, o aluno é convidado a checar afirmações difundidas pelo senso comum e que, em muitos casos, não encontram respaldo científico – desde mitos relativamente antigos até boatos que emergiram das redes sociais. Na era da informação, a capacidade de desconfiar e de saber verificar informações é fundamental.

MERGULHO NO TEMA

As atividades mais sofisticadas e que demandam mais tempo de execução foram reservadas para a segunda parte da Unidade, na seção **Mergulho no tema**, permitindo ao professor planejar a dinâmica da sala de aula com flexibilidade. As propostas são bastante diversificadas e procuram se beneficiar das oportunidades que cada tema favorece: alguns assuntos possibilitam um trabalho experimental rico, enquanto outros se beneficiam melhor da pesquisa e do debate, por exemplo. Todas as atividades são acompanhadas de orientações de encaminhamento, sugestões de respostas e ampliações possíveis, no Manual do Professor.

FIM DE PAPO

Como fechamento da Unidade, a seção **Fim de papo** sintetiza as principais ideias da Unidade explorando recursos gráficos que estimulam o aluno a se deter sobre a leitura da imagem. Em seguida, retoma as questões da abertura e a questão que dá nome à Unidade, de modo que o aluno possa elaborar um resumo dos temas estudados.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

MAIS

A seção **Mais** traz indicações para o aluno de recursos em diferentes mídias que ampliam ou aprofundam o tema da Unidade. Há também orientações de como utilizá-las no Manual do Professor.

PROJETOS

Cada livro da coleção conta com dois projetos, ao final, que aprofundam o trabalho com competências gerais e específicas da BNCC. Os projetos permitem o trabalho interdisciplinar e integram conteúdos de mais de uma Unidade do livro.

A ORGANIZAÇÃO DOS CONTEÚDOS NA COLEÇÃO

Para a organização e a disposição dos conteúdos da coleção, a BNCC foi utilizada como eixo norteador. Com base no documento e em suas indicações de objetos de conhecimento e de habilidades, foi construída uma grade que abarca não só o que a BNCC propõe, mas também outros temas importantes de acordo com os objetivos de ensino já discutidos.

Os objetos de conhecimento e as habilidades propostas pela BNCC para os anos finais do ensino no componente curricular Ciências

Ciências – 6º ano

UNIDADES TEMÁTICAS	OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES
Matéria e energia	Misturas homogêneas e heterogêneas Separação de materiais Materiais sintéticos Transformações químicas	**(EF06CI01)** Classificar como homogênea ou heterogênea a mistura de dois ou mais materiais (água e sal, água e óleo, água e areia etc.). **(EF06CI02)** Identificar evidências de transformações químicas a partir do resultado de misturas de materiais que originam produtos diferentes dos que foram misturados (mistura de ingredientes para fazer um bolo, mistura de vinagre com bicarbonato de sódio etc.). **(EF06CI03)** Selecionar métodos mais adequados para a separação de diferentes sistemas heterogêneos a partir da identificação de processos de separação de materiais (como a produção de sal de cozinha, a destilação de petróleo, entre outros). **(EF06CI04)** Associar a produção de medicamentos e outros materiais sintéticos ao desenvolvimento científico e tecnológico, reconhecendo benefícios e avaliando impactos socioambientais.
Vida e evolução	Célula como unidade da vida Interação entre os sistemas locomotor e nervoso Lentes corretivas	**(EF06CI05)** Explicar a organização básica das células e seu papel como unidade estrutural e funcional dos seres vivos. **(EF06CI06)** Concluir, com base na análise de ilustrações e/ou modelos (físicos ou digitais), que os organismos são um complexo arranjo de sistemas com diferentes níveis de organização. **(EF06CI07)** Justificar o papel do sistema nervoso na coordenação das ações motoras e sensoriais do corpo, com base na análise de suas estruturas básicas e respectivas funções. **(EF06CI08)** Explicar a importância da visão (captação e interpretação das imagens) na interação do organismo com o meio e, com base no funcionamento do olho humano, selecionar lentes adequadas para a correção de diferentes defeitos da visão. **(EF06CI09)** Deduzir que a estrutura, a sustentação e a movimentação dos animais resultam da interação entre os sistemas muscular, ósseo e nervoso. **(EF06CI10)** Explicar como o funcionamento do sistema nervoso pode ser afetado por substâncias psicoativas.
Terra e Universo	Forma, estrutura e movimentos da Terra	**(EF06CI11)** Identificar as diferentes camadas que estruturam o planeta Terra (da estrutura interna à atmosfera) e suas principais características. **(EF06CI12)** Identificar diferentes tipos de rocha, relacionando a formação de fósseis a rochas sedimentares em diferentes períodos geológicos. **(EF06CI13)** Selecionar argumentos e evidências que demonstrem a esfericidade da Terra. **(EF06CI14)** Inferir que as mudanças na sombra de uma vara (gnômon) ao longo do dia em diferentes períodos do ano são uma evidência dos movimentos relativos entre a Terra e o Sol, que podem ser explicados por meio dos movimentos de rotação e translação da Terra e da inclinação de seu eixo de rotação em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Ciências – 7º ano

UNIDADES TEMÁTICAS	OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES
Matéria e energia	Máquinas simples Formas de propagação do calor Equilíbrio termodinâmico e vida na Terra História dos combustíveis e das máquinas térmicas	**(EF07CI01)** Discutir a aplicação, ao longo da história, das máquinas simples e propor soluções e invenções para a realização de tarefas mecânicas cotidianas. **(EF07CI02)** Diferenciar temperatura, calor e sensação térmica nas diferentes situações de equilíbrio termodinâmico cotidianas. **(EF07CI03)** Utilizar o conhecimento das formas de propagação do calor para justificar a utilização de determinados materiais (condutores e isolantes) na vida cotidiana, explicar o princípio de funcionamento de alguns equipamentos (garrafa térmica, coletor solar etc.) e/ou construir soluções tecnológicas a partir desse conhecimento. **(EF07CI04)** Avaliar o papel do equilíbrio termodinâmico para a manutenção da vida na Terra, para o funcionamento de máquinas térmicas e em outras situações cotidianas. **(EF07CI05)** Discutir o uso de diferentes tipos de combustível e máquinas térmicas ao longo do tempo, para avaliar avanços, questões econômicas e problemas socioambientais causados pela produção e uso desses materiais e máquinas. **(EF07CI06)** Discutir e avaliar mudanças econômicas, culturais e sociais, tanto na vida cotidiana quanto no mundo do trabalho, decorrentes do desenvolvimento de novos materiais e tecnologias (como automação e informatização).
Vida e evolução	Diversidade de ecossistemas Fenômenos naturais e impactos ambientais Programas e indicadores de saúde pública	**(EF07CI07)** Caracterizar os principais ecossistemas brasileiros quanto à paisagem, à quantidade de água, ao tipo de solo, à disponibilidade de luz solar, à temperatura etc., correlacionando essas características à flora e fauna específicas. **(EF07CI08)** Avaliar como os impactos provocados por catástrofes naturais ou mudanças nos componentes físicos, biológicos ou sociais de um ecossistema afetam suas populações, podendo ameaçar ou provocar a extinção de espécies, alteração de hábitos, migração etc. **(EF07CI09)** Interpretar as condições de saúde da comunidade, cidade ou estado, com base na análise e comparação de indicadores de saúde (como taxa de mortalidade infantil, cobertura de saneamento básico e incidência de doenças de veiculação hídrica, atmosférica entre outras) e dos resultados de políticas públicas destinadas à saúde. **(EF07CI10)** Argumentar sobre a importância da vacinação para a saúde pública, com base em informações sobre a maneira como a vacina atua no organismo e o papel histórico da vacinação para a manutenção da saúde individual e coletiva e para a erradicação de doenças. **(EF07CI11)** Analisar historicamente o uso da tecnologia, incluindo a digital, nas diferentes dimensões da vida humana, considerando indicadores ambientais e de qualidade de vida.
Terra e Universo	Composição do ar Efeito estufa Camada de ozônio Fenômenos naturais (vulcões, terremotos e *tsunamis*) Placas tectônicas e deriva continental	**(EF07CI12)** Demonstrar que o ar é uma mistura de gases, identificando sua composição, e discutir fenômenos naturais ou antrópicos que podem alterar essa composição. **(EF07CI13)** Descrever o mecanismo natural do efeito estufa, seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra, discutir as ações humanas responsáveis pelo seu aumento artificial (queima dos combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas etc.) e selecionar e implementar propostas para a reversão ou controle desse quadro. **(EF07CI14)** Justificar a importância da camada de ozônio para a vida na Terra, identificando os fatores que aumentam ou diminuem sua presença na atmosfera, e discutir propostas individuais e coletivas para sua preservação. **(EF07CI15)** Interpretar fenômenos naturais (como vulcões, terremotos e *tsunamis*) e justificar a rara ocorrência desses fenômenos no Brasil, com base no modelo das placas tectônicas. **(EF07CI16)** Justificar o formato das costas brasileira e africana com base na teoria da deriva dos continentes.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Ciências – 8º ano

UNIDADES TEMÁTICAS	OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES
Matéria e energia	Fontes e tipos de energia Transformação de energia Cálculo de consumo de energia elétrica Circuitos elétricos Uso consciente de energia elétrica	**(EF08CI01)** Identificar e classificar diferentes fontes (renováveis e não renováveis) e tipos de energia utilizados em residências, comunidades ou cidades. **(EF08CI02)** Construir circuitos elétricos com pilha/bateria, fios e lâmpada ou outros dispositivos e compará-los a circuitos elétricos residenciais. **(EF08CI03)** Classificar equipamentos elétricos residenciais (chuveiro, ferro, lâmpadas, TV, rádio, geladeira etc.) de acordo com o tipo de transformação de energia (da energia elétrica para a térmica, luminosa, sonora e mecânica, por exemplo). **(EF08CI04)** Calcular o consumo de eletrodomésticos a partir dos dados de potência (descritos no próprio equipamento) e tempo médio de uso para avaliar o impacto de cada equipamento no consumo doméstico mensal. **(EF08CI05)** Propor ações coletivas para otimizar o uso de energia elétrica em sua escola e/ou comunidade, com base na seleção de equipamentos segundo critérios de sustentabilidade (consumo de energia e eficiência energética) e hábitos de consumo responsável. **(EF08CI06)** Discutir e avaliar usinas de geração de energia elétrica (termelétricas, hidrelétricas, eólicas etc.), suas semelhanças e diferenças, seus impactos socioambientais, e como essa energia chega e é usada em sua cidade, comunidade, casa ou escola.
Vida e evolução	Mecanismos reprodutivos Sexualidade	**(EF08CI07)** Comparar diferentes processos reprodutivos em plantas e animais em relação aos mecanismos adaptativos e evolutivos. **(EF08CI08)** Analisar e explicar as transformações que ocorrem na puberdade considerando a atuação dos hormônios sexuais e do sistema nervoso. **(EF08CI09)** Comparar o modo de ação e a eficácia dos diversos métodos contraceptivos e justificar a necessidade de compartilhar a responsabilidade na escolha e na utilização do método mais adequado à prevenção da gravidez precoce e indesejada e de Doenças Sexualmente Transmissíveis (DST). **(EF08CI10)** Identificar os principais sintomas, modos de transmissão e tratamento de algumas DST (com ênfase na AIDS), e discutir estratégias e métodos de prevenção. **(EF08CI11)** Selecionar argumentos que evidenciem as múltiplas dimensões da sexualidade humana (biológica, sociocultural, afetiva e ética).
Terra e Universo	Sistema Sol, Terra e Lua Clima	**(EF08CI12)** Justificar, por meio da construção de modelos e da observação da Lua no céu, a ocorrência das fases da Lua e dos eclipses, com base nas posições relativas entre Sol, Terra e Lua. **(EF08CI13)** Representar os movimentos de rotação e translação da Terra e analisar o papel da inclinação do eixo de rotação da Terra em relação à sua órbita na ocorrência das estações do ano, com a utilização de modelos tridimensionais. **(EF08CI14)** Relacionar climas regionais aos padrões de circulação atmosférica e oceânica e ao aquecimento desigual causado pela forma e pelos movimentos da Terra. **(EF08CI15)** Identificar as principais variáveis envolvidas na previsão do tempo e simular situações nas quais elas possam ser medidas. **(EF08CI16)** Discutir iniciativas que contribuam para restabelecer o equilíbrio ambiental a partir da identificação de alterações climáticas regionais e globais provocadas pela intervenção humana.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Ciências – 9º ano

UNIDADES TEMÁTICAS	OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES
Matéria e energia	Aspectos quantitativos das transformações químicas Estrutura da matéria Radiações e suas aplicações na saúde	**(EF09CI01)** Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica. **(EF09CI02)** Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas. **(EF09CI03)** Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica. **(EF09CI04)** Planejar e executar experimentos que evidenciem que todas as cores de luz podem ser formadas pela composição das três cores primárias da luz e que a cor de um objeto está relacionada também à cor da luz que o ilumina. **(EF09CI05)** Investigar os principais mecanismos envolvidos na transmissão e recepção de imagem e som que revolucionaram os sistemas de comunicação humana. **(EF09CI06)** Classificar as radiações eletromagnéticas por suas frequências, fontes e aplicações, discutindo e avaliando as implicações de seu uso em controle remoto, telefone celular, raio X, forno de micro-ondas, fotocélulas etc. **(EF09CI07)** Discutir o papel do avanço tecnológico na aplicação das radiações na medicina diagnóstica (raio X, ultrassom, ressonância nuclear magnética) e no tratamento de doenças (radioterapia, cirurgia ótica a *laser*, infravermelho, ultravioleta etc.).
Vida e evolução	Hereditariedade Ideias evolucionistas Preservação da biodiversidade	**(EF09CI08)** Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes. **(EF09CI09)** Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos. **(EF09CI10)** Comparar as ideias evolucionistas de Lamarck e Darwin apresentadas em textos científicos e históricos, identificando semelhanças e diferenças entre essas ideias e sua importância para explicar a diversidade biológica. **(EF09CI11)** Discutir a evolução e a diversidade das espécies com base na atuação da seleção natural sobre as variantes de uma mesma espécie, resultantes de processo reprodutivo. **(EF09CI12)** Justificar a importância das unidades de conservação para a preservação da biodiversidade e do patrimônio nacional, considerando os diferentes tipos de unidades (parques, reservas e florestas nacionais), as populações humanas e as atividades a eles relacionados. **(EF09CI13)** Propor iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem-sucedidas.
Terra e Universo	Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo Astronomia e cultura Vida humana fora da Terra Ordem de grandeza astronômica Evolução estelar	**(EF09CI14)** Descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores), assim como a localização do Sistema Solar na nossa Galáxia (a Via Láctea) e dela no Universo (apenas uma galáxia dentre bilhões). **(EF09CI15)** Relacionar diferentes leituras do céu e explicações sobre a origem da Terra, do Sol ou do Sistema Solar às necessidades de distintas culturas (agricultura, caça, mito, orientação espacial e temporal etc.). **(EF09CI16)** Selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares. **(EF09CI17)** Analisar o ciclo evolutivo do Sol (nascimento, vida e morte) baseado no conhecimento das etapas de evolução de estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo no nosso planeta.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Os quatro volumes da coleção

Esta coleção buscou respeitar o equilíbrio entre as três unidades temáticas propostas pela BNCC para Ciências nos anos finais: Matéria e energia, Vida e evolução e Terra e Universo. Dessa maneira, o **Volume 6** foi elaborado para que o aluno tome contato com os principais temas da área de Ciências da Natureza: Biologia, Química, Geologia e Física (incluindo a Astronomia), de maneira equilibrada. No estudo do ambiente, os alunos poderão compreender como se organiza a vida em diferentes níveis de complexidade, como se dá a percepção do ambiente e a interação com ele, e por que isso é fundamental para a sobrevivência dos seres vivos. Ainda sobre o tema ambiente, vão analisar algumas de suas características e perceber que há intrínseca ligação entre elas e a maneira como os seres vivos criam relações com os fatores abióticos do ambiente e entre si. Partindo do ambiente terrestre, é possível "olhar para fora", percebendo o espaço e de que maneira fenômenos que acontecem no Universo afetam a Terra; aqui, consideramos importante manter a perspectiva da própria Terra, analisando os fenômenos a partir da percepção de seus efeitos, que podem ser sentidos ou medidos por nós, no nosso planeta. Já em relação à Matéria e energia, os alunos poderão estudar e analisar fenômenos que envolvem as substâncias, o que acontece nas interações entre elas e a importância dos materiais e misturas para o desenvolvimento científico e tecnológico.

O **Volume 7** amplia essa visão integrada, trazendo os temas de forma um pouco mais detalhada e aprofundada. Nesse ano, o estudo da Ecologia ganha relevância com o objetivo de caracterizar a paisagem da natureza brasileira em diferentes categorias (ecossistemas e biomas), bem como avaliar os impactos ambientais de alterações que os afetam. Ainda no tema Vida e evolução, o ambiente é analisado com maior profundidade, sem perder a visão global, no estudo da atmosfera e da litosfera, ao tratar da compreensão de fenômenos e do tema da transformação, uma das grandes ideias da Ciência. O estudo do corpo humano é feito com base na discussão sobre o conceito de saúde individual e coletiva, de modo que se conecte ao ambiente e às interações, estudados anteriormente. A unidade temática Matéria e energia é abordada no estudo das máquinas e das transformações que elas causaram na economia, no ambiente e na qualidade de vida das pessoas. Outro componente relevante para a unidade temática é o calor e suas implicações tanto para vida quanto para outros fenômenos físicos, bem como os usos econômicos e tecnológicos de seus princípios.

No **Volume 8**, a interação é o grande fio condutor dos temas estudados. Em Vida e evolução, apresentam-se o corpo humano e seus principais sistemas, de modo que a interação entre eles possa ser compreendida. Da mesma maneira, a reprodução (em especial a humana) é abordada não apenas do ponto de vista dos processos físicos, mas das relações socioculturais e afetivas entre as pessoas, com foco nas transformações que ocorrem na adolescência. A energia e seus efeitos, em Matéria e energia, são tratados por meio de suas manifestações em diferentes formas, e um forte componente destes temas se traduz no estudo da interação da energia com o ambiente, por meio da abordagem dos impactos da geração e do consumo energético dos dias de hoje. Outras interações importantes se apresentam no estudo do sistema Sol-Terra-Lua, em que os alunos podem compreender, de maneira mais ampla e aprofundada, alguns dos fenômenos terrestres decorrentes dessas interações, tais como a ocorrência dos dias e das noites, das estações do ano e dos eclipses.

Para o **Volume 9**, estão reservados conteúdos em que a capacidade de abstração dos alunos é bastante solicitada. No eixo Vida e evolução, os conceitos fundamentais da genética e da hereditariedade são explicados e possibilitam a compreensão das bases da teoria evolucionista. Na unidade temática Matéria e energia, temas como átomos, elementos químicos, ligações e reações químicas, e ainda o estudo das radiações eletromagnéticas e da luz, exigem também um bom raciocínio abstrato, embora a coleção procure trazer explicações moldadas a partir de experiências concretas e exemplos cotidianos. Ao tratar de responsabilidade em relação ao ambiente, espera-se que os alunos sejam capazes de um raciocínio abrangente para compreender que as ações de conservação e preservação podem ser locais e ainda ter seus efeitos ampliados globalmente, pois a natureza é um sistema integrado em equilíbrio dinâmico. Em Terra e Universo, abordam-se elementos mais abrangentes, como estrelas, constelações, formação dos planetas e ciclo evolutivo de alguns astros. Dessa maneira, busca-se ampliar a compreensão dos alunos acerca do Universo e de tudo aquilo que ainda é desconhecido pela ciência, dada a vastidão do objeto de estudo considerado. Essa ideia fundamental para a Ciência, de que ainda há muito a conhecer, fecha o ciclo dos Anos Finais da Educação Básica.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

A BNCC na coleção

Volume 6

UNIDADES	PRINCIPAIS CONTEÚDOS ABORDADOS	HABILIDADES ESPECÍFICAS DA BNCC TRABALHADAS NA UNIDADE
1 – O que nos torna humanos?	• Como caracterizar a vida. • A reprodução dos seres vivos. • Reprodução sexuada e assexuada. • Teorias sobre a origem da vida e os primeiros seres vivos que surgiram. • A célula, histórico de sua descoberta e organização de sua estrutura. • Níveis de organização dos seres vivos. • Características do ser humano.	EF06CI05 EF06CI06
2 – Como percebemos o ambiente e interagimos com ele?	• Os seres vivos e a necessidade de percepção do ambiente. • Os sentidos e a captação de estímulos. • Visão, olfato, gustação, audição, equilíbrio e tato: estruturas básicas de funcionamento. • O sistema nervoso e a interpretação dos estímulos. • Drogas e sua ação no sistema nervoso. • A questão social das drogas. • Ossos, músculos e as respostas efetoras do corpo. • Estrutura dos sistemas esquelético e muscular.	EF06CI07 EF06CI08 EF06CI09 EF06CI10
3 – Como é o planeta Terra?	• A Terra e as condições para existência de vida. • Camadas da Terra. • Litosfera, rochas e minerais. • Diferentes tipos de rocha, formação e transformação. • Formação e importância dos fósseis. • Composição, formação e tipos de solo. • Utilização dos recursos da litosfera pela sociedade humana. • Hidrosfera e distribuição dos recursos hídricos na Terra. • Ciclo da água. • Estados físicos da água e suas mudanças. • Usos da água. • Atmosfera e suas camadas. • O ar como recurso.	EF06CI11 EF06CI12
4 – Que relações existem entre os seres vivos?	• Os seres vivos interagem entre si e com o ambiente. • Cadeias alimentares e níveis tróficos. • Teias alimentares. • Desequilíbrios ambientais que afetam os seres vivos. • Ciclagem de nutrientes e a participação dos decompositores. • Relações ecológicas interespecíficas e intraespecíficas.	—
5 – Como podemos perceber os movimentos da Terra?	• Evidências e percepção da forma esférica da Terra. • A rotação da Terra. • A translação da Terra. • Solstício e equinócio. • A influência dos movimentos da Terra na vida no planeta. • As zonas térmicas da Terra.	EF06CI13 EF06CI14
6 – Como as misturas fazem parte do nosso cotidiano?	• Matéria, substâncias e misturas. • Conceito de massa e volume. • Misturas homogêneas e heterogêneas. • Métodos de separação de misturas. • Transformações físicas e químicas da matéria.	EF06CI01 EF06CI02 EF06CI03 EF06CI04

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Volume 7

UNIDADES	PRINCIPAIS CONTEÚDOS ABORDADOS	HABILIDADES ESPECÍFICAS DA BNCC TRABALHADAS NA UNIDADE
1 – Saúde: o que é e como manter?	• O que é saúde (multifatorial: do corpo e da mente). • Microrganismos e doenças (breve descrição do grupo dos vírus e das bactérias, apresentação de algumas das principais doenças. • Doenças parasitárias, as verminoses. • Diferentes formas de transmissão/veiculação de doenças. • O papel individual e coletivo da prevenção de doenças. • Vacinas e soros, como funcionam e como foram criados (abordar brevemente o sistema imunitário).	**EF07CI09** **EF07CI10** **EF07CI11**
2 – Como é a natureza do Brasil?	• O que é Ecologia. • Os ecossistemas brasileiros (ou biomas). • A classificação dos seres vivos (breve descrição dos grupos), os reinos. • Como é medida a biodiversidade de um bioma. • Equilíbrio e desequilíbrio ecológico. • Extinção de espécies.	**EF07CI07** **EF07CI08**
3 – Por que o ar é tão importante?	• Atmosfera e suas camadas. • Os principais gases que formam o ar. • A atmosfera e a regulação da temperatura do planeta. • Camada de ozônio. • Efeito estufa. • Propriedades do ar (massa, peso, compressibilidade, expansibilidade, elasticidade). • Pressão atmosférica. • Poluição do ar. • O ar pode veicular algumas doenças.	**EF07CI12** **EF07CI13** **EF07CI14**
4 – Por que há vulcões e terremotos?	• A Terra não é estática. A estrutura física da Terra sofreu muitas modificações ao longo de sua história. • Continentes em movimento, a teoria da deriva continental. • Formação de relevo. • Modelo das placas tectônicas. • Vulcões, terremotos e *tsunamis*.	**EF07CI15** **EF07CI16**
5 – Como as máquinas transformam o mundo?	• O que são máquinas. • Como a tecnologia buscou facilitar tarefas humanas. • Alavanca, roda e roldana, plano inclinado. • Equipamentos de transporte e como mudaram o mundo (navios, carros, aviões etc.). • Equipamentos de comunicação e a revolução na transmissão da informação (rádio, tv, telefone, celular). • A informatização do mundo moderno. • Combustíveis, seus impactos no ambiente (petróleo e outros).	**EF07CI01** **EF07CI06**
6 – Do que o calor é capaz?	• Calor e temperatura. • Equilíbrio térmico. • Caloria. • Calor específico. • Mudanças de estado físico da matéria. • Dilatação. • Formas de transmissão de calor (condução, convecção e irradiação). • Condução do calor, materiais condutores e isolantes. • Máquinas térmicas, termoelétricas, caldeiras, sistemas de resfriamento e seus impactos ambientais.	**EF07CI02** **EF07CI03** **EF07CI04** **EF07CI05**

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Volume 8

UNIDADES	PRINCIPAIS CONTEÚDOS ABORDADOS	HABILIDADES ESPECÍFICAS DA BNCC TRABALHADAS NA UNIDADE
1 – Como o corpo humano funciona?	• Células, tecidos, órgãos e sistemas. • Tipos de tecidos e suas funções. • Os principais sistemas do corpo (quais são eles, não serão descritos com detalhes). • Sistema respiratório. • Sistema cardiovascular. • Sistema urinário.	—
2 – Por que precisamos comer de forma saudável?	• Nutrição e nutrientes. • Alimentação saudável (guia alimentar do Ministério da Saúde para a população brasileira). • O sistema digestório. • A distribuição dos nutrientes pelo corpo. • O papel social da alimentação – fonte de prazer, confraternização etc. • Problemas de saúde decorrentes da má nutrição (desnutrição, obesidade, diabetes etc.). • Imagem corporal e problemas psicológicos que envolvem a nutrição (anorexia, vigorexia etc.).	—
3 – Reprodução, sexo e sexualidade são a mesma coisa?	• Diferentes tipos de reprodução em plantas e animais (sexuada e assexuada). • A reprodução humana: sistema genital masculino e feminino. • Puberdade e hormônios. • Ciclo menstrual. • Gravidez. • Métodos contraceptivos. • DSTs (AIDS e a importância da prevenção atualmente). • Sexualidade humana. • Diversidade de gênero/orientação sexual.	**EF08CI07 EF08CI08 EF08CI09 EF08CI10 EF08CI11**
4 – Como a eletricidade transforma o mundo?	• O que são fontes de energia naturais renováveis e não renováveis. • Tipos de energia e suas transformações de uma para outra. • Eletricidade estática. • Corrente elétrica. • Instalações elétricas. • Consumo dos equipamentos elétricos e economia de energia. • Diferentes formas de geração de energia elétrica e seus impactos ambientais. • Magnetismo e eletromagnetismo – equipamentos eletromagnéticos, eletroímãs, radiação eletromagnética.	**EF08CI01 EF08CI02 EF08CI03 EF08CI04 EF08CI05 EF08CI06**
5 – Como o clima nos afeta?	• Desequilíbrios ambientais. • Correntes oceânicas e distribuição do calor no planeta. • A importância da previsão do tempo na sociedade atual. • Ventos, massas de ar e frentes frias. • Umidade do ar. • Chuvas. • Pressão atmosférica. • Temperatura e clima. • Alterações climáticas atuais, problemas e soluções.	**EF08CI14 EF08CI15 EF08CI16**
6 – Como o Sol e a Lua influenciam nossa vida?	• A Lua, satélite da Terra. • Fases da Lua. • Eclipses. • Rotação da Terra. • Translação da Terra. • Estações do ano.	**EF08CI12 EF08CI13**

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Volume 9

UNIDADES	PRINCIPAIS CONTEÚDOS ABORDADOS	HABILIDADES ESPECÍFICAS DA BNCC TRABALHADAS NA UNIDADE
1 – Por que somos parecidos com nossos pais biológicos?	• O que é hereditariedade. • Genes e células. • Como se dão a divisão celular e a transmissão dos genes na reprodução. • O trabalho de Mendel. • Algumas anomalias genéticas. • Biotecnologia: transgênicos, projeto genoma, clonagem etc.	EF09CI08 EF09CI09
2 – Por que existem diferentes espécies?	• Os seres vivos lutam pela sobrevivência, pois há recursos limitados. • As ideias de Darwin e Lamarck. • A seleção natural e a seleção artificial. • A diversidade de espécies pode ser explicada pela teoria da evolução.	EF09CI10 EF09CI11
3 – De que são feitas todas as coisas?	• Toda matéria é feita de átomos. • Os átomos. • Número atômico. • Número de massa. • Os elétrons e sua organização no átomo. • Estados físicos da matéria e o que acontece com os átomos em cada um deles. • Os elementos químicos e sua organização na tabela periódica. • Ligações químicas: iônica, covalente e metálica. • Substâncias simples e compostas. • Reações químicas, representação e balanceamento de equações.	EF09CI01 EF09CI02 EF09CI03
4 – O que o som e a luz têm em comum?	• As ondas mecânicas e eletromagnéticas. • Características do som. • Propriedades da luz, reflexão e sombras. • A composição da luz e seu espectro. • Luz, som e tecnologia.	EF09CI04 EF09CI05 EF09CI06 EF09CI07
5 – Como podemos cuidar melhor do planeta?	• Os principais problemas ambientais: lixo, poluição da água, ar e solo, exploração dos recursos naturais, extinção de espécies. • Soluções para conviver em equilíbrio com o planeta (redução do consumo, preservação dos recursos naturais, criação de reservas e unidades de conservação etc.).	EF09CI12 EF09CI13
6 – O que existe no Universo?	• O Universo, estrelas e constelações. • O Sistema Solar e a Via Láctea. • Planetas e estrelas. • Movimentos dos planetas. • Planetas rochosos e gasosos. • A formação dos planetas e a origem do Universo (abordar explicações de diferentes culturas e também científicas). • Condições de vida fora da Terra. • O ciclo evolutivo do Sol e sua importância para a vida na Terra.	EF09CI14 EF09CI15 EF09CI16 EF09CI17

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREOZZI, M. C. **Piaget e a intervenção psicopedagógica**. São Paulo: Olho d'Água, 2008.

BACICH, L.; MORAN, J. (Org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 4-5.

BENDER, W. N. **Aprendizagem baseada em projetos**: educação diferenciada para o século XXI. Porto Alegre: Penso, 2014.

BERGMANN, J.; SAMS, A. **Sala de aula invertida**: uma metodologia ativa de aprendizagem. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

BIZZO, N. **Ciências**: fácil ou difícil? São Paulo: Ática, 2000.

BIZZO, N.; CHASSOT, A. **Ensino de ciências**: pontos e contrapontos. São Paulo: Summus, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, DF, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**. Brasília, DF, 2017.

CACHAPUZ, A. F.; CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. (Org.). **O ensino das ciências como compromisso científico e social**: os caminhos que percorremos. São Paulo: Cortez, 2012.

CAPRA, F. et al. **Alfabetização ecológica**: a educação das crianças para um mundo sustentável. São Paulo: Cultrix, 2006.

CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

CHASSOT, A. **A Ciência através dos tempos**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004. (Coleção Polêmica).

CHASSOT, A. **Alfabetização científica**: questões e desafios para a educação. 4. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2006.

DELIZOICOV, D. et al. **Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002. (Coleção Docência em Formação).

DEMO, P. **Educação e alfabetização científica**. Campinas: Papirus, 2010.

FRACALANZA, H. **O livro didático de Ciências no Brasil**. Campinas: Komedi, 2006.

HAYDT, R. C. C. **Curso de didática geral**. São Paulo: Ática, 2006.

LIPMAN, M.; SHARP, A.; OSKANIAN, F. **A filosofia na sala de aula**. São Paulo: Nova Alexandria, 1994.

LIPMAN, M. **O pensar na educação**. São Paulo: Vozes, 1995.

LORIERI, M. A. **Filosofia na escola**: o prazer da reflexão. São Paulo: Moderna, 2008.

MORALES, P. **Avaliação escolar**: o que é e como se faz. Tradução de Nicolás Nyimi Campanário. São Paulo: Edições Loyola, 2003.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2001.

MORIN, E. **O método 6**: ética. Porto Alegre: Sulina, 2005.

NARDI, R. et al. (Orgs.). **Pesquisas em ensino de ciências**: contribuições para a formação de professores. São Paulo: Escrituras Editora, 2004.

OLIVEIRA, J. B. A.; GUIMARÃES, S. D. P. **A política do livro didático no Brasil**. São Paulo: Ed. da Universidade Estadual de Campinas, 1984.

POSTMAN, N.; WEINGARTNER, C. **Teaching as a subversive activity**. Londres: Delta Publishing, 1983.

WEISSMAN, H. (Org.). **Didática das Ciências Naturais**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

WILLIAMS, R. A.; ROCKWELL, R. E.; SHERWOOD, E. A. **Ciência para crianças**. Lisboa: Instituto Piaget, 1995.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

INSPIRE
CIÊNCIAS

9

ROBERTA APARECIDA BUENO HIRANAKA
Mestra em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp-SP). Bacharel e licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar-SP). Autora e editora de livros didáticos de Ciências.

THIAGO MACEDO DE ABREU HORTENCIO
Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo (USP). Autor e editor de livros didáticos de Ciências.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Ensino Fundamental – Anos Finais
Componente curricular: Ciências

1ª edição – São Paulo – 2018

FTD

FTD

Copyright © Roberta Aparecida Bueno Hiranaka, Thiago Macedo de Abreu Hortencio, 2018.

Diretor editorial Antonio Luiz da Silva Rios
Diretora editorial adjunta Silvana Rossi Júlio
Gerente editorial Roberto Henrique Lopes da Silva
Editor João Paulo Bortoluci
Editores assistentes Débora de Almeida Francisco Nichel, Julia Bolanho da Rosa Andrade, Paula Signorini, Rafael Braga de Almeida, Tiago Jonas de Almeida, Valéria Rosa Martins, Vitor Hugo Rodrigues, Yara Valeri Navas
Assessoria Alice Maria Calado Melges, Flávia Milão Silva
Gerente de produção editorial Mariana Milani
Coordenador de produção editorial Marcelo Henrique Ferreira Fontes
Gerente de arte Ricardo Borges
Coordenadora de arte Daniela Máximo
Projeto gráfico Juliana Carvalho
Projeto de capa Sergio Cândido
Foto de capa Outer Space/Shutterstock.com
Supervisora de arte Isabel Cristina Corandin Marques
Editores de arte Débora Jóia, Gabriel Basaglia
Diagramação Dayane Santiago, Eduardo Benetorio, José Aparecido A. da Silva, Lucas Trevelin, Nadir Fernandes Racheti
Tratamento de imagens Ana Isabela Pithan Maraschin
Coordenadora de ilustrações e cartografia Marcia Berne
Ilustrações Alex Argozino, Bentinho, Dani Mota, Daniel Bogni, Dayane Raven, Eber Evangelista, Fabio Eugênio, Luis Moura, Marcos Guilherme, Selma Caparroz, Tel Coelho
Cartografia Allmaps
Coordenadora de preparação e revisão Lilian Semenichin
Supervisora de preparação e revisão Maria Clara Paes
Revisão Ana Lúcia Horn, Carolina Manley, Cristiane Casseb, Edna Viana, Giselle Mussi de Moura, Jussara R. Gomes, Kátia Cardoso, Lilian Vismari, Lucila V. Segóvia, Miyuki Kishi, Renato A. Colombo Jr., Solange Guerra, Yara Affonso
Supervisora de iconografia e licenciamento de textos Elaine Bueno
Iconografia Ana Gonçalves
Licenciamento de textos Carla Marques, Vanessa Trindade
Supervisora de arquivos de segurança Silvia Regina E. Almeida
Diretor de operações e produção gráfica Reginaldo Soares Damasceno

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Hiranaka, Roberta Aparecida Bueno
Inspire ciências : 9º ano : ensino fundamental : anos finais / Roberta Aparecida Bueno Hiranaka, Thiago Macedo de Abreu Hortencio. – 1. ed. – São Paulo : FTD, 2018.

"Componente curricular: Ciências."
ISBN 978-85-96-01960-6 (aluno)
ISBN 978-85-96-01961-3 (professor)

1. Ciências (Ensino fundamental) I. Hortencio, Thiago Macedo de Abreu. II. Título.

18-20705 CDD-372.35

Índices para catálogo sistemático:
1. Ciências : Ensino fundamental 372.35
Cibele Maria Dias – Bibliotecária – CRB-8/9427

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Reprodução proibida: Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998. Todos os direitos reservados à

EDITORA FTD.
Rua Rui Barbosa, 156 – Bela Vista – São Paulo – SP
CEP 01326-010 – Tel. 0800 772 2300
Caixa Postal 65149 – CEP da Caixa Postal 01390-970
www.ftd.com.br
central.relacionamento@ftd.com.br

Em respeito ao meio ambiente, as folhas deste livro foram produzidas com fibras obtidas de árvores de florestas plantadas, com origem certificada.

Impresso no Parque Gráfico da Editora FTD
CNPJ 61.186.490/0016-33
Avenida Antonio Bardella, 300
Guarulhos-SP – CEP 07220-020
Tel. (11) 3545-8600 e Fax (11) 2412-5375

APRESENTAÇÃO

Por que é importante aprender Ciências? Por que preciso saber isso ou aquilo? Para que isso é importante para a minha vida? Essas são perguntas que praticamente todo estudante já se fez, e os autores deste livro não são exceção à regra.

A ciência é uma criação humana, uma forma que inventamos para procurar entender melhor o mundo que nos cerca. Para atender a um objetivo tão grande, a ciência combina o raciocínio lógico com ferramentas como a experimentação, a observação atenta de fenômenos, a criação de modelos, o teste de hipóteses e muitas outras. Apesar de ser relativamente jovem, a ciência moderna já se mostrou um recurso muito poderoso, e nos ajudou a compreender assuntos tão distintos como a constituição da matéria e a importância do equilíbrio ambiental.

Mas a ciência não trata apenas de assuntos aparentemente tão distantes; ela também nos ajuda a tomar decisões no nosso dia a dia: Como posso me alimentar de forma mais adequada? Como posso cuidar da saúde de pessoas próximas a mim? Como posso cuidar da minha própria saúde? Como fazer para cuidar da natureza? Como as minhas ações influenciam o ambiente em que vivo?

Se questões desse tipo interessam a você, nós, que também já fomos estudantes, garantimos que a ciência pode lhe ajudar. Este livro foi elaborado com esse propósito em mente: mais do que aprender sobre fatos que já foram descobertos, queremos que você se aproprie da ciência e seja capaz de utilizar os conhecimentos e as habilidades que desenvolver com os estudos para compreender melhor a sua realidade e interferir positivamente nela.

Bons estudos!

Os autores



3

CONHEÇA SEU LIVRO

ABERTURA DE UNIDADE

Este livro é dividido em seis Unidades. O título de cada uma delas é uma pergunta, e talvez você já tenha uma resposta para elas logo de cara. No decorrer do estudo, porém, é possível que suas respostas se modifiquem um tanto. A abertura das Unidades traz também uma imagem e questões que você pode usar para refletir quanto já sabe sobre o assunto.



CONTEÚDOS

No decorrer do texto, você encontrará conteúdos que se relacionam à questão que dá título à Unidade. Fotografias, ilustrações, mapas, gráficos e tabelas são alguns dos recursos que utilizamos para enriquecer as explicações e facilitar a sua compreensão.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

GLOSSÁRIO

O significado de termos mais complicados é apresentado na própria página.



PALAVRA-CHAVE

Este boxe apresenta palavras importantes para Ciências. Entender o sentido delas ajuda a conhecer como a ciência funciona.

ATIVIDADES

Depois de um bloco de conteúdos, você encontrará diversas atividades. Utilize esse material para verificar se compreendeu bem o que acabou de estudar ou se restaram dúvidas em algum ponto. Essa seção pode trazer também pesquisas e outras atividades que permitem expandir e consolidar o conhecimento do que você acabou de estudar.

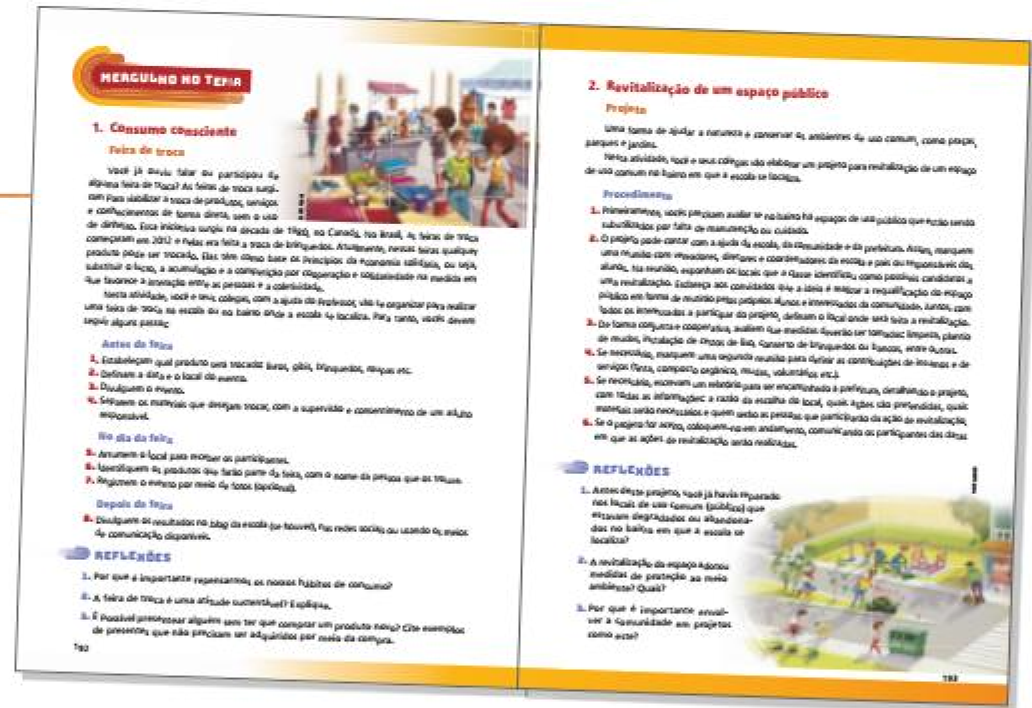
ASSIM SE FAZ CIÊNCIA

Nesta seção, você terá um contato maior com o fazer científico. Muitas pessoas pensam que o cientista é geralmente um homem, excepcionalmente inteligente, que trabalha sozinho e faz descobertas que são prontamente aceitas por todos e nunca são contestadas ou modificadas. Será que é assim mesmo que as coisas funcionam na ciência?

VAMOS VERIFICAR

Vivemos na era da informação. Alguns pesquisadores afirmam, ironicamente, que na verdade estamos na era da desinformação, pois muitos boatos e mentiras são divulgados como se fossem verdade. Nesta seção, vamos analisar alguns desses casos e verificar quanto de verdade há neles.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD



MERGULHO NO TEMA

Seção que agrupa diferentes atividades que permitem analisar mais a fundo os assuntos apresentados na Unidade. Experimentos, simulações, debates, leituras, campanhas de divulgação e construção de modelos fazem parte do repertório de atividades desta seção.



MAIS

Estes livros são apenas uma gota no oceano de conhecimento que você tem a seu dispor. A seção visa ajudá-lo a navegar nesse mar, mostrando sugestões de materiais — livros, vídeos, *sites* etc. — que você pode consultar caso queira se aprofundar em algum assunto abordado na Unidade.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

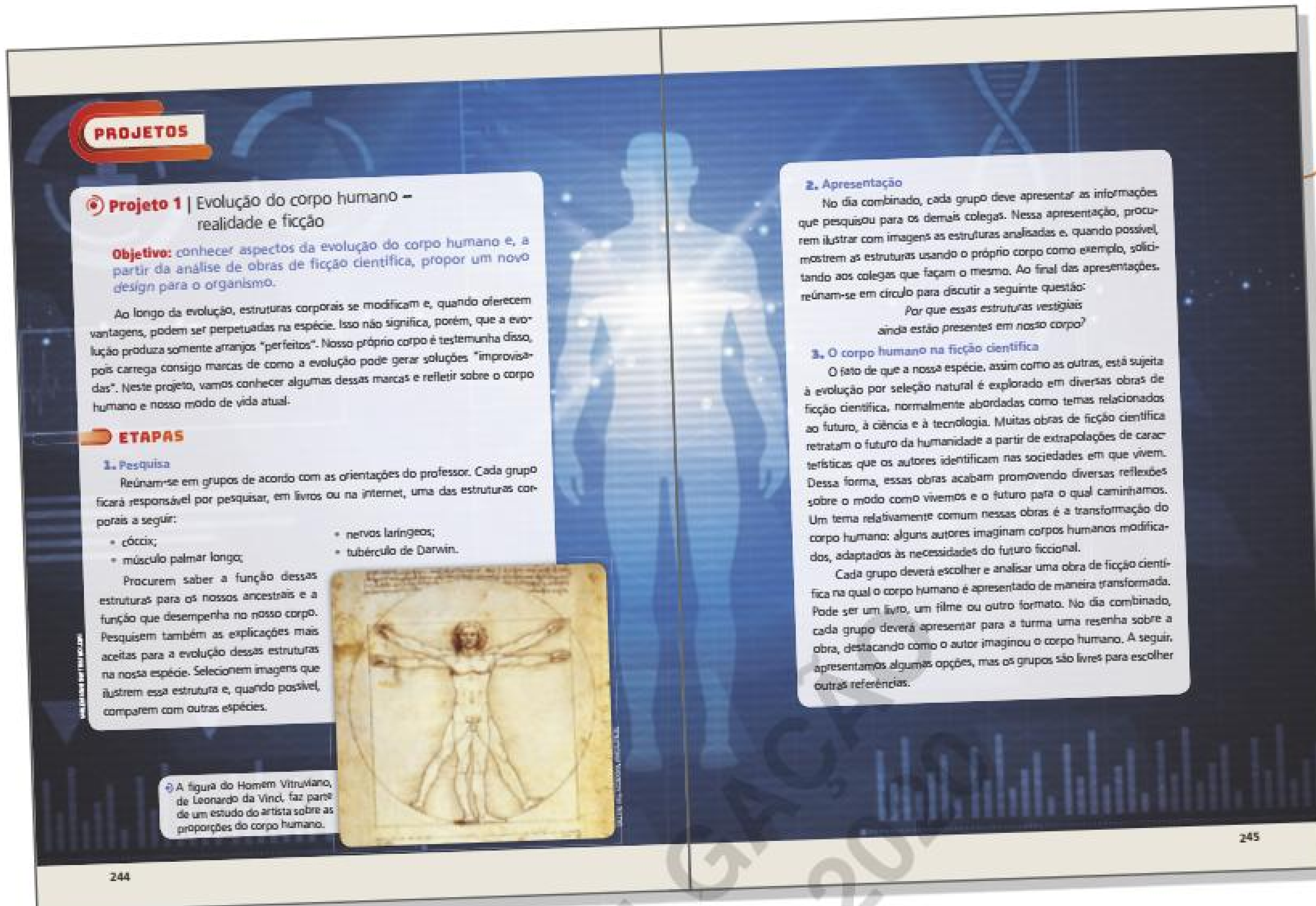


FIM DE PAPO

Traz uma relação dos principais conceitos que você viu ao longo da Unidade. É a sua chance de checar se domina o conteúdo ou se algum assunto precisa ser esclarecido. Você é convidado a rever suas respostas às questões da abertura da Unidade e, por fim, com base no que aprendeu, redigir uma resposta à pergunta que dá título a ela.

PROJETOS

Além das seis Unidades, este livro conta com dois projetos. Neles, você e seus colegas vão colocar em prática o que estudaram em diferentes Unidades do livro. Na prática mesmo! As atividades propostas visam tirar a turma da sala de aula e evidenciar quanto a ciência pode estar presente no nosso dia a dia.



PROJETOS

Projeto 1 | Evolução do corpo humano – realidade e ficção

Objetivo: conhecer aspectos da evolução do corpo humano e, a partir da análise de obras de ficção científica, propor um novo *design* para o organismo.

Ao longo da evolução, estruturas corporais se modificam e, quando oferecem vantagens, podem ser perpetuadas na espécie. Isso não significa, porém, que a evolução produza somente arranjos "perfeitos". Nosso próprio corpo é testemunha disso, pois carrega consigo marcas de como a evolução pode gerar soluções "improvisadas". Neste projeto, vamos conhecer algumas dessas marcas e refletir sobre o corpo humano e nosso modo de vida atual.

ETAPAS

1. Pesquisa

Reúnam-se em grupos de acordo com as orientações do professor. Cada grupo ficará responsável por pesquisar, em livros ou na internet, uma das estruturas corporais a seguir:

- cóccix;
- músculo palmar longo;
- nervos laríngeos;
- tubérculo de Darwin.

Procurem saber a função dessas estruturas para os nossos ancestrais e a função que desempenha no nosso corpo. Pesquisem também as explicações mais aceitas para a evolução dessas estruturas na nossa espécie. Selecionem imagens que ilustrem essa estrutura e, quando possível, comparem com outras espécies.

A figura do Homem Vitruviano, de Leonardo da Vinci, faz parte de um estudo do artista sobre as proporções do corpo humano.

244

2. Apresentação

No dia combinado, cada grupo deve apresentar as informações que pesquisou para os demais colegas. Nessa apresentação, procurem ilustrar com imagens as estruturas analisadas e, quando possível, mostrem as estruturas usando o próprio corpo como exemplo, solicitando aos colegas que façam o mesmo. Ao final das apresentações, reúnam-se em círculo para discutir a seguinte questão:

Por que essas estruturas vestigiais ainda estão presentes em nosso corpo?

3. O corpo humano na ficção científica

O fato de que a nossa espécie, assim como as outras, está sujeita à evolução por seleção natural é explorado em diversas obras de ficção científica, normalmente abordadas como temas relacionados ao futuro, à ciência e à tecnologia. Muitas obras de ficção científica retratam o futuro da humanidade a partir de extrapolações de características que os autores identificam nas sociedades em que vivem. Dessa forma, essas obras acabam promovendo diversas reflexões sobre o modo como vivemos e o futuro para o qual caminhamos. Um tema relativamente comum nessas obras é a transformação do corpo humano: alguns autores imaginam corpos humanos modificados, adaptados às necessidades do futuro ficcional.

Cada grupo deverá escolher e analisar uma obra de ficção científica na qual o corpo humano é apresentado de maneira transformada. Pode ser um livro, um filme ou outro formato. No dia combinado, cada grupo deverá apresentar para a turma uma resenha sobre a obra, destacando como o autor imaginou o corpo humano. A seguir, apresentamos algumas opções, mas os grupos são livres para escolher outras referências.

245

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

MATEE NUSERM/SHUTTERSTOCK.COM

IMAGENS FORA DE PROPORÇÃO.

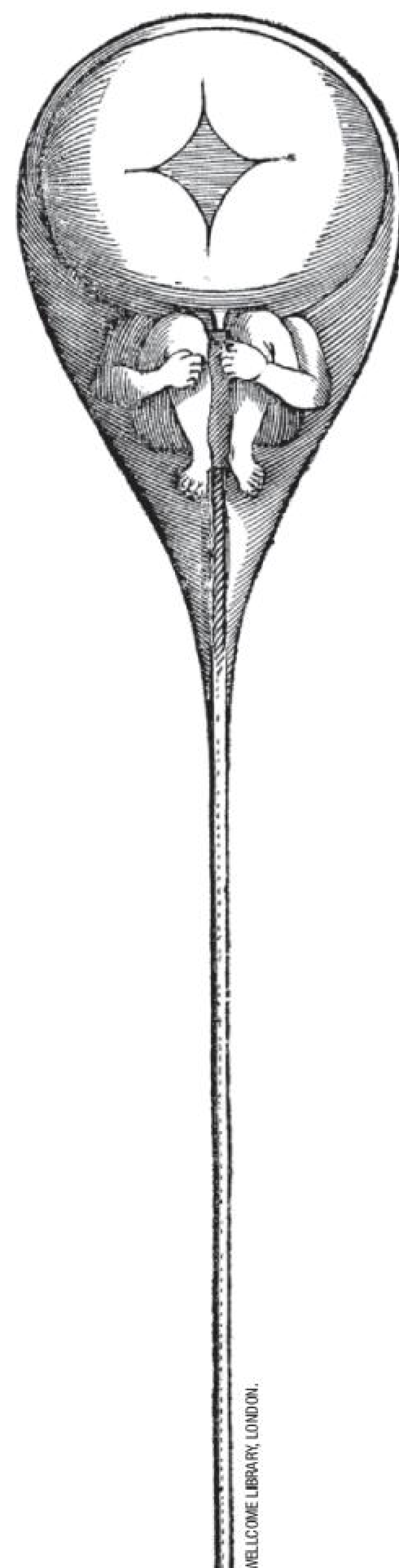
AS CORES NÃO SÃO REAIS.

Para representar melhor certos conceitos, algumas ilustrações podem alterar a proporção de tamanho entre os elementos ou empregar cores artificiais.
Quando isso ocorrer, a ilustração virá com um desses selos, ou os dois.

SUMÁRIO

UNIDADE 1 • POR QUE SOMOS PARECIDOS COM NOSSOS PAIS BIOLÓGICOS? 12

Hereditariedade 14
Mendel e as ervilhas 15
Os experimentos com ervilhas 16
As interpretações de Mendel sobre os resultados 18
Atividades 19
O surgimento da Genética 20
Principais conceitos em Genética 20
DNA, cromossomos e genes 20
Alelos, homozigose, heterozigose, genótipo e fenótipo 21
Assim se faz ciência • Ciência contra o crime 22
As leis de Mendel 24
Atividades 25
A transmissão de algumas características 27
Albinismo 27
Presença de sardas 29
Capacidade de dobrar o polegar 30
Atividades 30
Determinação do sexo na espécie humana 31
Características ligadas ao sexo 31
Atividades 32
Alterações genéticas 33
Atividades 34
Genética na atualidade 35
Clonagem 35
Transgenia 36
Atividades 37
Mergulho no tema 39
• Construção de heredograma 39
• Conhecendo o DNA 40
• O cromossomo 21 42
• O futuro como será? 43
• Outros tipos de herança 44
Mais 46
Fim de papo 47



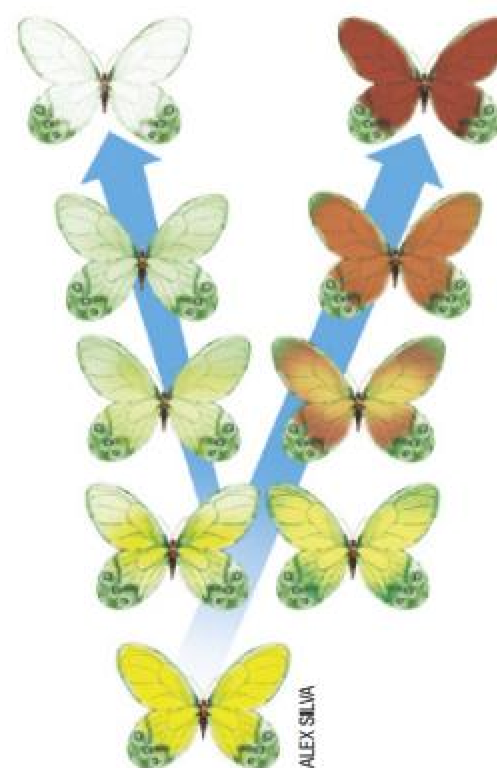
WELLCOME LIBRARY, LONDON.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

UNIDADE 2 • POR QUE EXISTEM DIFERENTES ESPÉCIES? 48

Fixismo e as primeiras ideias sobre o transformismo 50
Atividades 51
Lamarckismo 52
Resistência ao lamarckismo 53
Darwinismo 54
Darwin 54

Wallace 56
A teoria de Darwin e Wallace 57
As árvores filogenéticas 58
Atividades 60
Vamos verificar • Viemos do macaco? 61
Teoria sintética da evolução ou neodarwinismo 62
Atividades 65
Evidências da evolução 67
Fósseis 67
Anatomia e embriologia comparadas 67
Análise de DNA 69
Atividades 69
Mergulho no tema 72
• Entendendo a seleção natural 72
• Camuflagem e mimetismo 74
• A evolução dos gatitos 76
• A evolução humana 78
• A preservação da história 80
Mais 82
Fim de papo 83



UNIDADE 3 • DE QUE SÃO FEITAS TODAS AS COISAS? 84

Ideias sobre a matéria 86
Primeiros modelos atômicos 87
Prótons e nêutrons 89
Assim se faz ciência • Machismo na Ciência 90
Eletrosfera em camadas 92
Atividades 93
Átomos e elementos químicos 94
Número atômico e número de massa 94
Íons 95
Classificação dos elementos químicos 96
Atividades 102
Transformações da matéria 103
Estados físicos 103
Vamos verificar • Aquecer água no micro-ondas pode provocar acidentes? 106
Atividades 107
Transformações químicas 108
Atividades 114
Mergulho no tema 115
• Modelos atômicos 115
• Origens da Química 116
• Pressão e mudança de estado físico 118
• Arte com Química 120
• Acidente radiológico em Goiânia 122
• Funções químicas 123
Mais 124
Fim de papo 125

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD



UNIDADE 4 • O QUE O SOM E A LUZ TÊM EM COMUM? 126

As ondas 128
Tipos de onda 130
Atividades 131
O som 132
Propriedades do som 134
O eco 136
Atividades 138
Ondas eletromagnéticas 139
Reflexão 140
Refração 143
Atividades 145
Aplicações das ondas 146
Medicina 146
Telecomunicações 148
Assim se faz ciência • No futuro, foguetes voarão movidos a raio *laser* 150
Internet sem fio 152
Vamos verificar • Aviões "invisíveis" são invisíveis mesmo? 154
Mergulho no tema 156
• Construindo um microfone 156
• Disco de Newton 158
• Decomposição da luz 160
• Acessibilidade no trânsito 161
• Caixa amplificadora 162
• Cores e luzes 164
• Usos das ondas eletromagnéticas 165
Mais 166
Fim de papo 167


ALEX SILVA

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD


KYODO NEWS/GETTY IMAGES

UNIDADE 5 • COMO PODEMOS CUIDAR MELHOR DO PLANETA? 168

Crescimento populacional e impacto ambiental 170
Atividades 172
Principais problemas ambientais 174
Alterações abióticas 175
Atividades 179
Alterações bióticas 181
Atividades 183
Possíveis soluções 184
Atividades 185
Unidades de conservação 186
Unidades de Conservação de Proteção Integral 186
Unidades de Conservação de Uso Sustentável 188
Atividades 189
Assim se faz ciência • Sistema Urubu 191

Mergulho no tema 192
- Consumo consciente 192
- Revitalização de um espaço público 193
- Herdeiros do futuro 194
- Pegada ecológica 195
- Dia de votação 196
- O problema ocasionado pelo plástico 198

Mais 200
Fim de papo 201



ALEX SILVA

UNIDADE 6 • O QUE EXISTE NO UNIVERSO? 202

Origens da Astronomia 204
Vamos verificar • Astrologia e astronomia 205
Formação do Universo 206
Distâncias astronômicas 206
Formação do Sistema Solar 208
Atividades 210
Composição do Sistema Solar 212
O Sol 213
Planetas 215
Planetas-anões 223
Satélites 224
Asteroides, cometas e meteoroides 225
Atividades 227
Além do Sistema Solar 228
Além da Via Láctea 229
Vida fora da Terra 231
Assim se faz ciência • Pessoas inspiradoras 233
Atividades 234
Mergulho no tema 235
- Sistema Solar em escala 235
- Astronomia em outras épocas e locais 236
- Ciclo de vida das estrelas 238
- Missão Rosetta 239
- Observatório virtual 240
- Somos feitos de poeira estelar 241

Mais 242
Fim de papo 243



ESA/HERSCHEL/PACS/SPIRE/J. FRITZ, U. GENT; X-RAY: ESA/XMM NEWTON/EPIC/W. PIETSCH, MPE

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Projetos 244
Referências bibliográficas 256

PROPOSTA DA UNIDADE

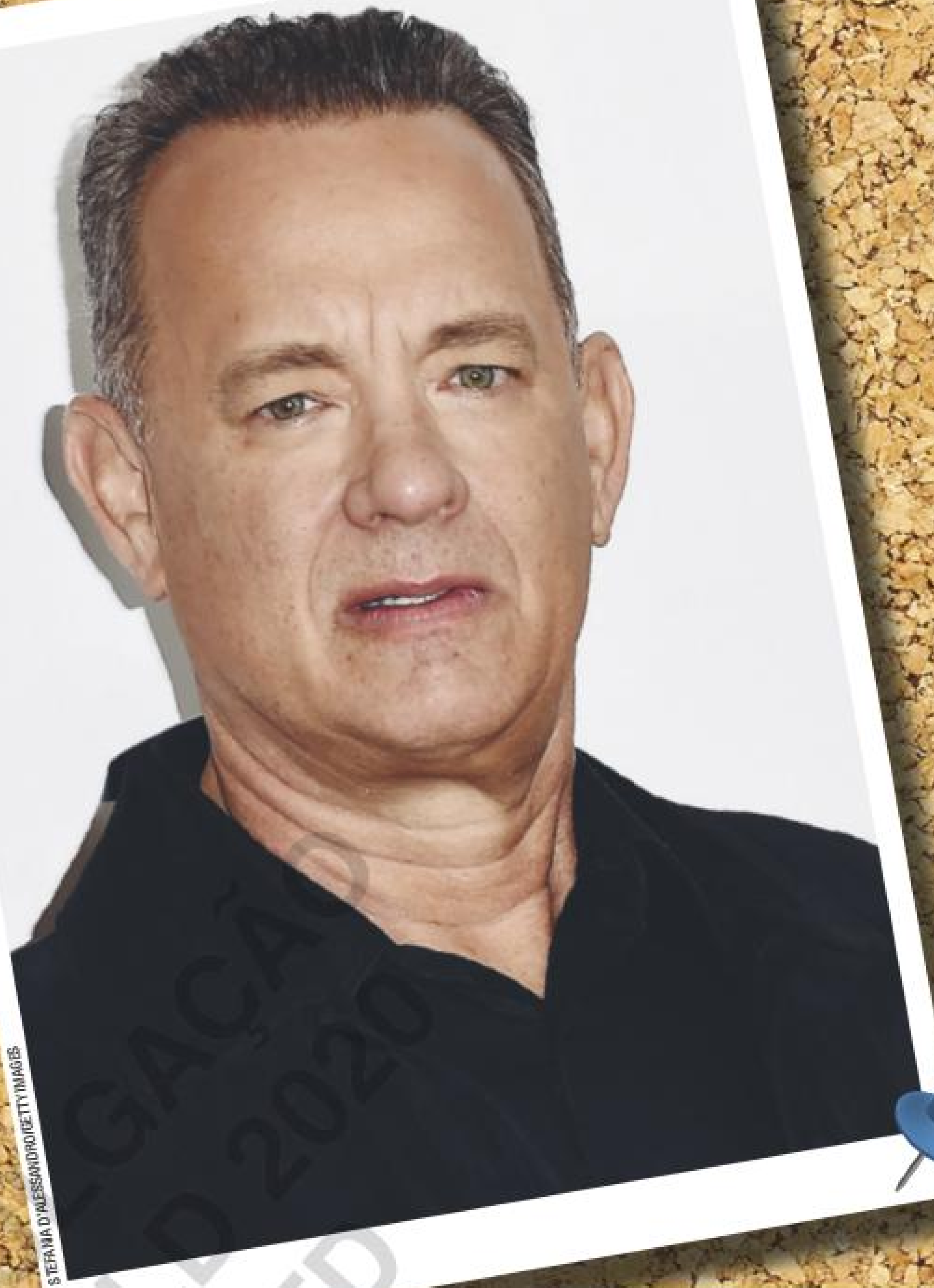
A Unidade baseia-se no estudo da Genética. Ela apresenta diversos assuntos interessantes e nos dá a oportunidade de refletir sobre questões que, provavelmente, já foram feitas por muitos de nós: Por que somos parecidos com nossos pais biológicos? Será que meu modo de ser foi herdado da minha mãe? Se eu tiver um filho ou uma filha, qual a chance dele ou dela ter a cor dos olhos parecida com a dos meus? Será verdade que é possível identificar uma pessoa por meio de um fio de cabelo? Como funcionam os testes de paternidade? Como são feitos os alimentos transgênicos?

A Unidade foi estruturada de modo que os alunos conheçam as primeiras questões envolvendo o conceito de hereditariedade e, a partir delas, reconheçam a importância dos trabalhos de Mendel, considerado atualmente o pai da Genética. Embora Mendel não tivesse conhecimento sobre genes e meiose, ele foi surpreendente na análise dos resultados de seus experimentos e em suas conclusões. Em seguida, é abordado o surgimento da Genética, como uma área da Ciência, e são apresentados diversos conceitos, como DNA, cromossomo, gene, células haploides e diploides, organismos heterozigóticos e homozigóticos. A partir desses conceitos, são abordados a transmissão de algumas características de pais para filhos, as alterações genéticas e os avanços científicos e tecnológicos proporcionados pela Genética na atualidade. As atividades ao longo da Unidade e na seção **Mergulho no tema** procuram aproximar o conteúdo dos alunos, propondo abordagens lúdicas e contextualizadas.



Por que somos parecidos com nossos pais biológicos?







Thomas Jeffrey Hanks, mais conhecido como Tom Hanks, ator estadunidense, nascido em 1956.

12

HABILIDADES p. XXVI

- EF09CI08
- EF09CI09

COMPETÊNCIAS

GERAIS p. VII

- 1, 2, 5 e 9.

ESPECÍFICAS p. XII

- 1, 2, 4 e 5.

CONTEÚDOS CONCEITUAIS

- Hereditariedade.
- Mendel e as ervilhas.
- O surgimento da Genética.
- Os principais conceitos em Genética.
- As leis de Mendel.
- A transmissão de algumas características.
- Determinação do sexo na espécie humana.
- Características ligadas ao sexo.
- Alterações genéticas.
- Genética na atualidade.



TAVIPHOTO/SHUTTERSTOCK.COM

DAVID LIVINGSTON/GETTY IMAGES

Colin Lewes Hanks, mais conhecido como Colin Hanks, é filho de Tom Hanks. Nascido em 1977, ele tem a mesma profissão do seu pai.

PARA INÍCIO DE CONVERSA

1. Você acha as pessoas da fotografia parecidas?

2. Quais são as semelhanças entre elas?

3. Quais são as diferenças entre elas?

4. O que você entende por herança biológica?

5. Na sua opinião, a herança biológica é a única responsável pelas nossas características?

PARA INÍCIO DE CONVERSA

1. Resposta pessoal. Incentivar a participação dos alunos na conversa.

2. Resposta pessoal. Os alunos podem citar, por exemplo, os olhos, o formato do rosto, as orelhas, entre outros aspectos físicos.

3. Resposta pessoal. É provável que alguns alunos citem certos aspectos físicos, como o formato da boca e do nariz. Salientar que, certamente, essas duas pessoas têm inúmeras outras diferenças, relacionadas à sua personalidade. Nesse momento, vale comentar sobre irmãos gêmeos monozigóticos que, embora sejam praticamente idênticos fisicamente, podem apresentar comportamentos completamente diferentes. Aproveitar para comentar que certas características não têm a ver com a Genética; elas são fruto do ambiente.

4. Resposta pessoal. Espera-se que os alunos expressem seus conhecimentos prévios. Não são esperadas respostas corretas e completas no momento.

5. Resposta pessoal. Espera-se que os alunos expressem seus conhecimentos prévios. Não são esperadas respostas corretas e completas no momento. O nosso fenótipo (características observáveis) é o resultado do genótipo (conjunto de genes) em interação com o ambiente. Então, por mais que uma pessoa seja parecida fisicamente com os seus progenitores, ela não é geneticamente idêntica a eles.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

As fotografias da Abertura mostram pai e filho, atores estadunidenses, que chamam a atenção pelas suas semelhanças físicas. Explicar que as semelhanças podem ser entre pai e filha e mãe e filho, por exemplo, evidenciando que este tipo de semelhança não precisa ocorrer em pessoas do mesmo sexo biológico. Perguntar se os alunos conhecem outras pessoas muito parecidas com seus familiares. Comentar que, às vezes, as semelhanças não são apenas físicas, mas são percebidas no modo de andar, de falar, de olhar etc.

É importante, no entanto, esclarecer que nem sempre pais e filhos apresentam tanta semelhança física como o exemplo usado nessas páginas. Nesse momento, vale iniciar a conversa sobre hereditariedade e explicar que o material genético dos progenitores é misturado na formação dos descendentes.

NO DIGITAL – 1º bimestre

- Veja o plano de desenvolvimento para as Unidades **1** e **2**.
- Desenvolva o projeto integrador sobre a diversidade humana.
- Explore a sequência didática sobre herança de características de uma espécie, que trabalha as habilidades **EF09CI08** e **EF09CI09**.
- Acesse a proposta de acompanhamento da aprendizagem.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

HEREDITARIEDADE

Sempre que possível, ressaltar que a curiosidade é uma ferramenta poderosa no estudo das Ciências e o conhecimento científico é construído ao longo do tempo, com a contribuição de diversos pesquisadores. O conceito de hereditariedade foi construído ao longo da história da Ciência e muitos cientistas dedicaram o seu tempo refletindo sobre esse assunto. Pode ser estranho hoje em dia pensar como alguém pôde imaginar que havia um ser em miniatura dentro do espermatozoide. Por isso, cabe esclarecer que, naquela época, não havia os equipamentos que existem hoje. Os microscópios eram rudimentares e tinham baixo poder de resolução. Provavelmente, as estruturas que Leeuwenhoek e seu assistente Luiz Hamm observaram no espermatozoide eram as organelas dessa célula, como o acrossomo (estrutura que contém enzimas) e o núcleo.

Verificar se os alunos compreenderam o que era a teoria da pré-formação. Explicar que, de acordo com essa teoria, já havia um ser pré-formado dentro do espermatozoide e que ele apenas se desenvolvia e crescia, no interior do organismo feminino. Se julgar oportuno, propor uma conversa sobre a diferenciação que se pensava existir na participação masculina e feminina na formação de um novo ser. Comentar que, até pouco tempo, o organismo feminino era considerado apenas um receptáculo, no qual a semente masculina, com todas as informações para a formação de um novo ser, se desenvolveria.

Certificar-se de que os alunos entenderam o que é hereditariedade ou herança biológica. Retomar as imagens da página de Abertura e explicar que a semelhança física entre o pai e o filho existe por conta da hereditariedade. Explicar que nem sempre os filhos são parecidos com os pais, pois, durante a fecundação, as características do pai e da mãe são misturadas, como será estudado mais adiante.

Hereditariedade

Você já viu as pessoas tentando encontrar semelhanças entre um bebê e o pai ou a mãe? Uns dizem que é a cara da mãe, outros falam que o queixo é do pai, os olhos lembram os do avô paterno, as covinhas da bochecha e a ruguinha que se forma na testa quando fica zangado foram herdadas da avó materna...

Sabemos que todas as pessoas têm características que as distinguem umas das outras, mas elas também apresentam certas semelhanças com indivíduos da mesma família. Muitas características de uma pessoa são transmitidas de pais para filhos ao longo das gerações. Isso também acontece com outros seres vivos: os descendentes herdam características de seus progenitores. A transmissão de características dos progenitores para os descendentes, ao longo das gerações, é chamada de **herança biológica**, ou **hereditariedade**.

Esse assunto sempre despertou a curiosidade das pessoas, mesmo antes da existência do termo herança biológica. Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.), por exemplo, argumentava que as espécies com reprodução sexuada se desenvolviam quando os fluidos da mãe e do pai se juntavam. Ele dizia ainda que as contribuições de machos e fêmeas para a geração de novos seres eram diferentes. Segundo Aristóteles, o sêmen do macho seria responsável pelo princípio gerador da forma, chamado por ele de *eidos*, enquanto o sangue menstrual da fêmea seria uma substância a ser moldada pelo *eidos* do sêmen, na geração do novo ser.

Essa ideia de que a contribuição de machos e fêmeas era diferente na formação do novo ser persistiu durante muito tempo. Em 1677, Leeuwenhoek (1632-1723) e Luiz Hamm observaram pela primeira vez um espermatozoide ao microscópio. Eles propuseram que, dentro do espermatozoide, havia um homúnculo (do latim *homunculus*, homenzinho), que se desenvolvia quando depositado no corpo feminino. Essa ideia apoiava a teoria da pré-formação, segundo a qual o indivíduo já estaria completamente pré-formado no gameta. De acordo com a ideia do homúnculo, o espermatozoide era a semente e carregava toda a informação do novo ser, enquanto o corpo feminino era apenas o local onde essa semente se desenvolveria.

Vários outros pesquisadores se dedicaram a tentar explicar a hereditariedade, como os britânicos Charles Darwin (1809-1882) e Francis Galton (1822-1911), o estadunidense William Keith Brooks (1848-1908) e tantos outros.

Porém, foram os estudos de Mendel que trouxeram grandes contribuições para a atual compreensão da herança biológica.



Representação do homúnculo no espermatozoide, feita pelo físico e matemático holandês Nicolas von Hartsoeker em 1694.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD



Mosteiro Agostiniano de Santo Tomás, onde Mendel fez seus experimentos com ervilhas. Atualmente é o Museu Gregor Mendel (Brno, 2015).

VDEX/SHUTTERSTOCK.COM

Mendel e as ervilhas

Johann Mendel (1822-1884) ingressou no Mosteiro de Brünn (Brno, hoje pertencente à República Tcheca) aos 21 anos de idade. Ao tornar-se monge, passou a adotar o nome Gregor Johann Mendel, e ficou conhecido como Gregor Mendel. Entre os anos de 1851 e 1853 estudou na Universidade de Viena, onde adquiriu muitos conhecimentos que seriam de extrema importância para o desenvolvimento de suas pesquisas.

Mendel conhecia os estudos de pesquisadores que buscavam desvendar os segredos que envolviam a herança de características de diferentes espécies de plantas. Incentivado pelo **abade** Cyrill Napp (1792-1867), ele passou a fazer experimentos com plantas de ervilha no jardim do mosteiro para estudar a **hibridação**, ou seja, o cruzamento entre plantas com características distintas, e, assim, avaliar como essas características se manifestavam nos descendentes. Conhecer os agricultores da região ajudou nessa tarefa, já que eles já cultivavam diversas variedades de ervilha, e com isso Mendel pôde escolher as plantas que usaria nos seus experimentos.



NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE

Retrato de Gregor Mendel.

Abade: título ou cargo do superior dos monges.

Os estudos com cruzamentos de ervilhas não eram uma novidade na época. Outros pesquisadores como John Goss (1787-1851) e Alexander Setton (1759-1853) já haviam se dedicado a eles. O que diferenciou o trabalho de Mendel foi a forma objetiva e coerente como ele conduziu seus experimentos, quantificou e interpretou os resultados obtidos.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

em que Mendel começou seus estudos. Além disso, os estudiosos já acreditavam que a hereditariedade se baseava na transmissão de estruturas físicas e materiais dos progenitores para os descendentes e que essa transmissão só poderia ocorrer por meio dos gametas. Nesse momento, pode ser que algum aluno questione qual foi a inovação de Mendel e por que seus trabalhos foram tão importantes, uma vez que todas essas informações já eram de conhecimento dos pesquisadores. Explicar que o diferencial de Mendel foi ter descoberto que a transmissão das características se dava por padrões bem definidos e ter explicado esses padrões, mesmo sem ter conhecimento da existência de genes e meiose, como será estudado nas próximas páginas. Mendel inovou incluindo a estatística na análise dos resultados de seus experimentos. Ele aliou os conhecimentos das Ciências Naturais aos da Matemática, possibilitando uma visão quantitativa dos cruzamentos.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR E ALUNO

- Artigo: O legado de um monge invisível. GUIMARÃES, Maria. **Pesquisa Fapesp**, 2016. Disponível em: <http://livro.pro/wss6ga>. Acesso em: 13 nov. 2018.

MENDEL E AS ERVILHAS

É interessante falar um pouco aos alunos sobre a vida de Gregor Mendel. Comentar, por exemplo, que na época de Mendel não eram todas as pessoas que tinham acesso aos estudos. Só estudavam as pessoas ricas ou os religiosos. Mendel era filho de lavradores, sem condições financeiras para estudar. Ele tinha a saúde frágil, o que dificultava o trabalho braçal na lavoura. Então, seguir a vida religiosa era a oportunidade que ele tinha de estudar e ter uma ocupação. Por isso, decidiu ingressar no mosteiro e se tornar monge. Na seção **Para saber mais: professor e aluno**, há um texto com informações interessantes sobre Mendel, que conta um pouco da sua história e fala sobre a demora no reconhecimento da importância de seus trabalhos.

É interessante ressaltar que experimentos com ervilhas não eram novidade na época

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Os experimentos com ervilhas

Listar as características das plantas de ervilha que as tornam um bom material para os estudos de Mendel. Ressaltar que Mendel cultivou cerca de 30 mil plantas de ervilhas por sete anos. Aproveitar para esclarecer que certos estudos em Ciências demandam tempo e dedicação; as descobertas não acontecem da noite para o dia, salvo algumas exceções, como algumas descobertas que aconteceram ao acaso. Mas, até mesmo nessas descobertas, os pesquisadores tinham que estar atentos e em meio a um processo de estudos e de pesquisa para percebê-las e interpretar o ocorrido.

Explorar com os alunos o quadro que mostra as características das plantas de ervilha que foram estudadas por Mendel. Nesse momento, vale falar da importância em delimitar o objeto de estudo para atingir os objetivos propostos em uma atividade científica. Sempre que possível, evidenciar o método científico adotado e suas etapas. Ressaltar que o método científico se baseia na lógica e que as interpretações dos resultados devem ser racionais, reduzindo ao máximo a subjetividade.

Os experimentos com ervilhas

As plantas de ervilhas-de-cheiro (*Pisum sativum*), usadas nos experimentos de Mendel, apresentam inúmeras vantagens que influenciaram a escolha do monge:

- são de fácil cultivo e de crescimento rápido, possibilitando obter várias gerações em um intervalo de tempo relativamente curto.
- apresentam variedades com características facilmente observáveis, como a forma das vagens, a cor das flores, a textura das sementes, entre outras.
- produzem grande número de sementes.
- apresentam flores hemafroditas, isto é, com a parte feminina e masculina em uma mesma flor, o que permite a reprodução por autofecundação (quando são usados os gametas da mesma flor na reprodução) e fecundação cruzada (quando são usados gametas de flores de plantas diferentes na reprodução).

Mendel iniciou os seus experimentos em 1856 e passou sete anos cultivando ervilhas. Nesse período, estima-se que ele tenha cultivado quase 30 mil plantas de ervilha. As plantas eram cultivadas em uma estufa fechada. Assim, ele garantia que a polinização das flores não seria feita por insetos e podia controlar os cruzamentos. Ao longo desse tempo, ele estudou sete características, que apresentam duas variações bem evidentes. O quadro a seguir resume essas características.



PETER TURNER PHOTOGRAPHY/SHUTTERSTOCK.COM

Plantas de ervilhas-de-cheiro *Pisum sativum*.

AS CORES NÃO SÃO REAIS. IMAGENS FORA DE PROPORÇÃO.

	Cor da flor	Posição da flor no caule	Cor da semente	Forma da semente	Forma da vagem	Cor da vagem	Caule
Variações	Púrpura	Axial	Amarela	Lisa	Inflada	Verde	Curto
	Branca	Terminal	Verde	Rugosa	Comprimida	Amarela	Longo

SELMA CAPARROZ

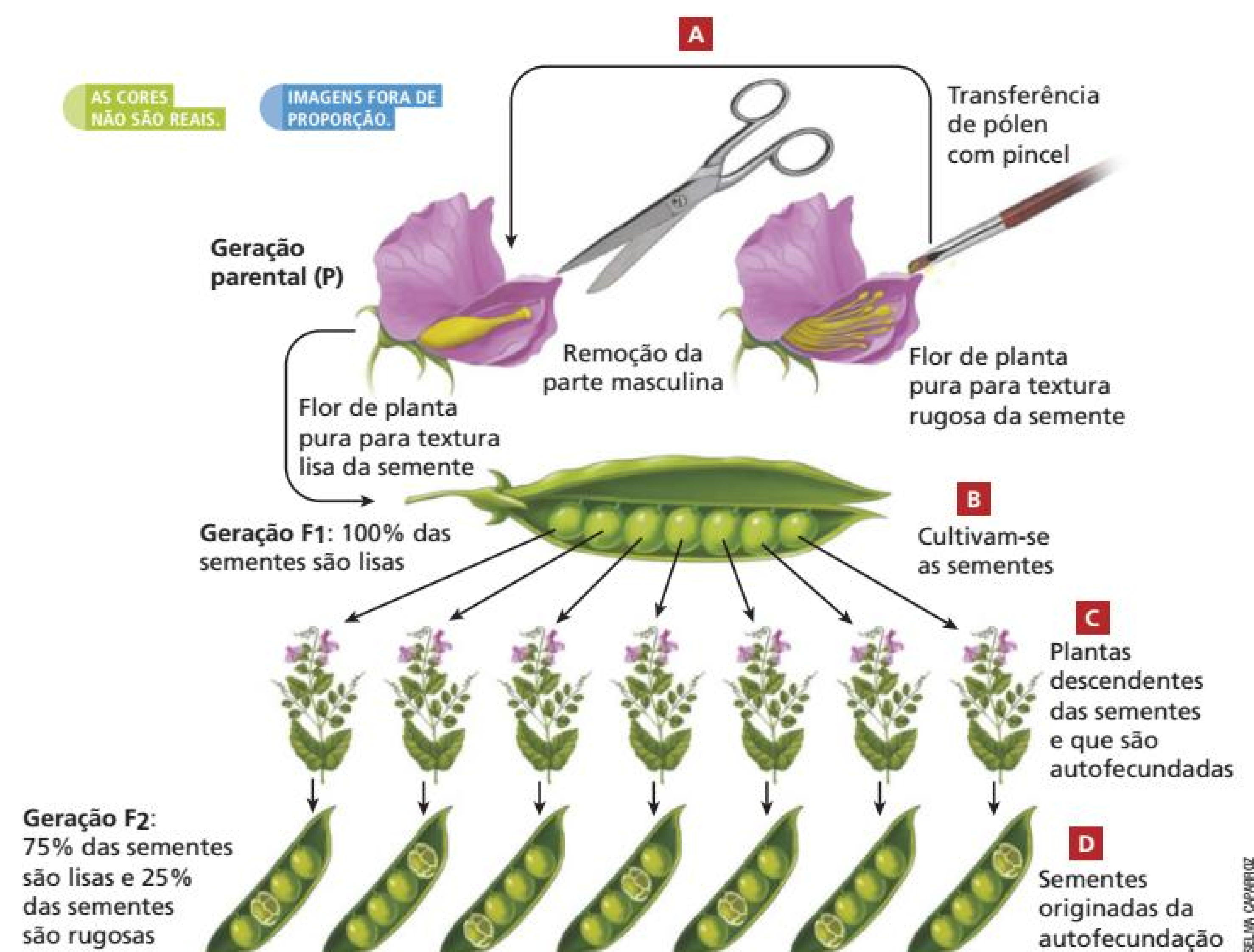
Características das plantas de ervilha estudadas por Mendel.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Livro: **O monge no jardim**: o gênio esquecido e redescoberto de Gregor Mendel. HENIG, Robin Marantz. Rio de Janeiro: Rocco, 2001.

Primeiramente, Mendel selecionou plantas de linhagens puras para cada característica que ele queria analisar. O esquema mostra os procedimentos que ele seguiu para estudar cada uma das características – neste exemplo, a textura das sementes.



Esquema simplificado que mostra o estudo de Mendel em relação à forma da semente (lisa ou rugosa) das plantas de ervilha.

A. As plantas escolhidas para o cruzamento foram chamadas de **Geração Parental** (P). As estruturas masculinas das flores de plantas com sementes lisas foram cortadas. O pólen (estrutura que contém o gameta masculino) das flores de plantas com sementes rugosas foi colocado artificialmente com a ajuda de um pincel sobre as estruturas femininas das flores da planta com semente lisa.

B. As sementes obtidas foram plantadas e deram origem a novas plantas – mais tarde chamadas **Geração F1**. Todas as plantas de F1 tinham sementes lisas.

C. As plantas da F1 foram autofecundadas.

D. As plantas da geração seguinte – mais tarde denominada de **Geração F2** (originada a partir da autofecundação da F1) – apresentaram sementes rugosas e lisas.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Perguntar aos alunos o que eles entendem por linhagem pura. Permitir que eles tentem explicar usando as próprias palavras. Anotar as principais ideias na lousa e depois, se for necessário, esclarecer que linhagem pura é aquela em que os indivíduos são originados da autofecundação e não mostram variações na referida característica ao longo das gerações. Ou seja, uma linhagem pura de plantas de ervilhas com sementes de textura lisa terá sempre sementes com textura lisa, não importa quantas gerações sejam consideradas.

Pedir que os alunos analisem o esquema que mostra os procedimentos usados por Mendel em seus experimentos e digam o que entenderam. Verificar se os alunos compreenderam o que é geração parental, geração F1 e geração F2.

Perguntar aos alunos a razão de Mendel cortar as estruturas masculinas de uma das flores da geração parental. Permitir que eles expressem suas ideias. É provável que algum aluno diga que é para impedir a autofecundação, ou seja, que o pólen produzido na estrutura masculina caia sobre a estrutura feminina da mesma flor, fecundando-a. Aproveitar esse momento para diferenciar fecundação cruzada e autofecundação.

Explicar que, na fecundação cruzada, os gametas masculinos de um indivíduo fecundam os gametas femininos de outro. Como a fecundação cruzada garante uma variabilidade genética aos indivíduos formados, na natureza diversos seres vivos apresentam mecanismos para favorecer esse tipo de fecundação. Algumas plantas com estruturas masculinas e femininas na mesma flor podem, por exemplo, apresentar o amadurecimento dessas estruturas em períodos diferentes, evitando, assim, a autofecundação e favorecendo a fecundação cruzada.

Mendel não permitiu a autofecundação dos indivíduos da geração parental, pois ele queria observar a fecundação entre plantas com características diferentes. Para isso a fecundação deveria ser cruzada. Aqui é importante observar que a fecundação cruzada que ele promoveu entre esses indivíduos foi artificial (evitando que ela ocorresse de forma natural por meio da polinização), para garantir que os cruzamentos acontecessem entre as plantas com características de interesse. A autofecundação só foi permita na geração F1.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

As interpretações de Mendel sobre os resultados

É interessante dizer que Mendel não analisou apenas um único cruzamento para cada característica. Como foi dito anteriormente, ele cultivou cerca de 30 mil plantas de ervilhas ao longo dos anos de estudo. Ele teve o cuidado de quantificar todas as sementes, vagens, flores e caules, dependendo da característica que estava sendo analisada em cada cruzamento. Por isso, ele conseguiu estabelecer a relação entre as quantidades de plantas que exibiam a característica dominante e as plantas com a característica recessiva. Por exemplo, no cruzamento entre plantas com sementes de textura lisa e plantas com sementes de textura rugosa, Mendel obteve 5474 sementes lisas e 1850 sementes rugosas, totalizando 7324 sementes. Dividindo o número de sementes lisas pelo número de sementes rugosas, constatou que, na geração F2, eram obtidas 75% de sementes lisas e 25% de sementes rugosas. Apesar de haver pequenas variações, os números obtidos nos diferentes cruzamentos mostravam a mesma proporção: 3:1. O fato de as proporções entre as características dominantes e recessivas serem parecidas em todas as variações consideradas (indicando um padrão) levou Mendel a pensar numa lei para a transmissão da herança dessas características. Essa lei ficou conhecida, mais tarde, como a Lei da segregação dos fatores.

Verificar se os alunos compreenderam o quadro de cruzamento dos gametas, pois esse quadro será usado em várias atividades; ele permite a visualização e a compreensão das possibilidades de cruzamento entre os gametas masculino e feminino.

Ressaltar as conclusões feitas por Mendel depois da análise dos resultados de seus experimentos. Se julgar oportuno, comentar que foi Mendel quem sugeriu o uso dos termos "dominante" e "recessivo". Na época, utilizavam-se os termos "preponderante" e "latente".

É importante que os alunos reconheçam que, nessa época, Mendel não tinha conhecimento sobre o que eram genes ou como ocorria a meiose.

As interpretações de Mendel sobre os resultados

Um cuidado tomado por Mendel em seus experimentos foi registrar os resultados obtidos, quantificando todas as etapas. Talvez esse tenha sido o principal diferencial dos seus trabalhos quando comparados com os de outros pesquisadores da época.

Mendel observou que, embora na primeira geração de descendentes (F1) não fossem originadas plantas com sementes rugosas, essa característica voltava a aparecer nas plantas da geração seguinte (F2).

Ele, então, presumiu que a característica "semente rugosa" era encoberta pela característica "semente lisa", e que isso só poderia acontecer se cada característica fosse determinada pela combinação de dois fatores, e se um dos fatores fosse dominante sobre o outro. No caso da textura das sementes, o fator para semente lisa seria **dominante** sobre o fator para semente rugosa; semente rugosa seria, então, o fator **recessivo**. Durante a reprodução, esses fatores seriam separados na formação das células reprodutivas e voltariam a se unir após a fecundação.

Para explicar os fatos observados e representar sua teoria, Mendel atribuiu letras aos fatores: letras maiúsculas indicavam o fator dominante e letras minúsculas representavam o fator recessivo, que só se manifestava se estivesse em dose dupla na planta.

Vamos aplicar essa ideia retomando o exemplo da textura das sementes. Na Geração Parental (P), sementes lisas são dominantes e representadas por *AA*, enquanto sementes rugosas são recessivas e representadas por *aa*. Na formação das células reprodutivas, esses fatores se separam. Assim, a planta pura de semente lisa é *AA* e forma gametas com o fator *A*, enquanto a planta pura de semente rugosa é *aa* e forma gametas com o fator *a*. Na fecundação, esses fatores se combinam e voltam a se unir, dando origem a plantas híbridas *Aa*, que são as plantas com sementes lisas da primeira geração de descendentes (F1). As plantas *Aa* são autofecundadas. Metade das células reprodutivas dessas plantas apresenta o fator *A* e a outra metade, o fator *a*. Veja no quadro a combinação desses fatores na fecundação e as características das sementes das plantas da segunda geração de descendentes (F2).

Experimento de Mendel – forma de semente (lisa ou rugosa) – autofecundação de F1 e geração F2

Gametas ♂ / Gametas ♀	A	a
A	AA (lisas)	Aa (lisas)
a	Aa (lisas)	aa (rugosas)

SELMA CAPARROZ

Dessa forma, Mendel conseguiu explicar os resultados obtidos: 75% de sementes lisas e 25% de sementes rugosas, aproximadamente.

Ele usou o mesmo raciocínio, incluindo cálculos matemáticos e estatísticos, para a interpretação dos resultados para as demais características analisadas.

De forma simplificada, podemos dizer que Mendel supôs que:

- as características das plantas são decorrentes da combinação de fatores;
- os fatores são transmitidos de uma geração a outra;

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

- há fatores dominantes (representados por letras maiúsculas) e fatores recessivos (representados por letras minúsculas);
- os fatores estão aos pares;
- os fatores devem se separar na formação dos gametas, de modo que cada gameta possua apenas um dos fatores.
- os fatores, na planta híbrida, não se misturam; eles estabelecem uma relação de dominância.

Mendel concluiu seus experimentos com ervilhas em 1863. Porém, somente dois anos depois, em 1865, apresentou seus resultados à Sociedade de História Natural de Brno, publicando-os no ano seguinte (1866).

ATIVIDADES

NÃO ESCREVA NO LIVRO.

1. O que é herança biológica?


WELLCOME LIBRARY, LONDON.

2. A figura representa uma ideia que vigorava no século XVII. Sobre isso, responda às questões.

a) Que ideia era essa?

b) O que levou os cientistas da época a propor essa ideia?

3. Identifique as frases incorretas e corrija-as no caderno.

a) Os estudos com cruzamentos de ervilhas eram uma novidade na época em que Mendel fez seus experimentos.

b) As plantas de ervilhas apresentam vantagens para os estudos de hereditariedade, como produção de muitas sementes e ciclo de vida curto.

c) Mendel, durante os seus experimentos, tomou alguns cuidados, como impedir a polinização das flores de ervilha por insetos e quantificar os resultados.

d) Mendel supôs que os fatores para as características nas plantas híbridas se misturavam.

4. Ao analisar a característica “cor da semente”, Mendel cruzou plantas (linhagens puras) de sementes verdes com plantas de sementes amarelas. Na geração F1, foram obtidas apenas plantas com sementes amarelas. Ele autofecundou as plantas de F1 e obteve a geração F2, com 75% de plantas com sementes amarelas e 25% de plantas com sementes verdes. Sabendo disso, faça o que se pede.

a) Qual característica é dominante: semente verde ou semente amarela? Justifique.

b) Atribua letras aos fatores para semente verde e semente amarela para as plantas da geração Parental e da geração F1. Explique o seu raciocínio.

c) Faça o cruzamento entre as plantas de F1, mostrando em um quadro a combinação dos fatores e as características dos descendentes.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

4. a) Semente amarela é dominante e semente verde é recessiva. Isso pode ser percebido nos descendentes em F1: todos com sementes amarelas (o fator para cor verde ficou encoberto nessa geração).

b) Possibilidade de resposta:

Geração parental: VV = = sementes amarelas; vv = = sementes verdes

Geração F1: Vv = sementes amarelas

Os alunos podem atribuir quaisquer letras, desde que obedeçam à indicação de letras maiúsculas e minúsculas para os fatores dominantes e recessivos, respectivamente. As plantas da geração parental são de linhagens puras, logo os dois fatores são iguais na determinação desta característica. Sementes amarelas são dominantes (letras maiúsculas) e sementes verdes são recessivas (letras minúsculas). As plantas da geração F1 são híbridas, por isso apresentam os dois fatores que, ao invés de se misturarem, estabelecem uma relação de dominância, em que o amarelo domina o verde (por isso são formados por uma letra maiúscula e uma letra minúscula).

c)

Gametas ♂ / Gametas ♀	V	v
V	VV (amarelas)	Vv (amarelas)
v	Vv (amarelas)	vv (verdes)

ATIVIDADES

1. É a transmissão de certas características dos progenitores aos descendentes, ao longo das gerações.

2. a) A ideia de que o espermatozoide carregaria uma miniatura de ser humano (chamada homúnculo), a qual se desenvolveria quando depositada no corpo feminino. O sêmen conteria toda a característica do novo ser, enquanto o corpo feminino seria apenas um local para o seu desenvolvimento.

b) A observação do espermatozoide ao microscópio.

3. a) Os estudos com cruzamentos de ervilhas não eram uma novidade na época em que Mendel fez seus experimentos; outros pesquisadores como John Goss e Alexander Setton já haviam se dedicado a eles.

b) A afirmação está correta.

c) A afirmação está correta.

d) Mendel supôs que os fatores para as características nas plantas híbridas não se misturavam.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

O SURGIMENTO DA GENÉTICA

Essa dupla e as demais páginas a partir daqui cooperam para o desenvolvimento da habilidade **EF09CI09**. Retomar com os alunos que, quando Mendel apresentou o seu trabalho para a sociedade científica da época, ele não obteve reconhecimento. Os cientistas não aceitaram suas ideias, talvez porque Mendel estava muito à frente do seu tempo, aliando matemática aos conhecimentos científicos e fazendo deduções sobre estruturas ainda desconhecidas. Comentar que os trabalhos de Mendel foram redescobertos e reconhecidos 16 anos depois da morte do monge. Mendel não obteve o reconhecimento do seu trabalho em vida.

Explicar aos alunos que, a partir da aceitação das ideias de Mendel, outras questões surgiram. Por exemplo: Onde se localizavam os fatores hereditários? Como eles eram separados na formação dos gametas?

É importante que os alunos reconheçam que os avanços tecnológicos no estudo da célula e em outras áreas do conhecimento foram primordiais para a compreensão definitiva de como se dá a herança biológica nos seres vivos.

PRINCIPAIS CONCEITOS EM GENÉTICA

O estudo da Genética costuma despertar o interesse dos alunos, pois permite a análise de várias características que podem ser facilmente observáveis e a discussão de assuntos que estão em evidência em diversos meios de comunicação, como clonagem e transgenia. Porém, pode ser que o excesso de conceitos novos configure uma dificuldade para a compreensão desses conhecimentos. Por isso, recomendamos apresentar os principais conceitos aos poucos, certificando-se de que os alunos compreenderam cada um deles.

É essencial que os alunos sejam capazes de diferenciar DNA, cromossomos e genes. Para tanto, vale explorar o esquema que ilustra a relação entre esses três conceitos.

Se julgar oportuno, comentar que a estrutura e o funcionamento do DNA foram desvendados por Watson e Crick, em 1953. A **atividade 2** da seção **Mergulho no tema** aborda esse assunto.

O surgimento da Genética

Os trabalhos de Mendel não foram reconhecidos pela comunidade científica da época. Alguns estudiosos hoje afirmam que as ideias de Mendel eram muito avançadas para seu tempo. Além disso, naquela época não era costume aliar o raciocínio matemático e estatístico aos assuntos da Biologia. E, para completar, na época não havia conhecimento suficiente a respeito das células, dificultando o entendimento de como a transmissão das características por meio dos "fatores", mencionados por Mendel, poderia ocorrer.

Mais de três décadas depois, em 1900, três botânicos – Carl Correns (1864-1933) da Alemanha, Hugo de Vries (1848-1935) da Holanda e Erich von Tschermak-Seysenegg (1871-1962) da Áustria –, a partir de experimentos com cruzamentos de plantas, chegaram, de forma independente, às mesmas conclusões de Mendel.

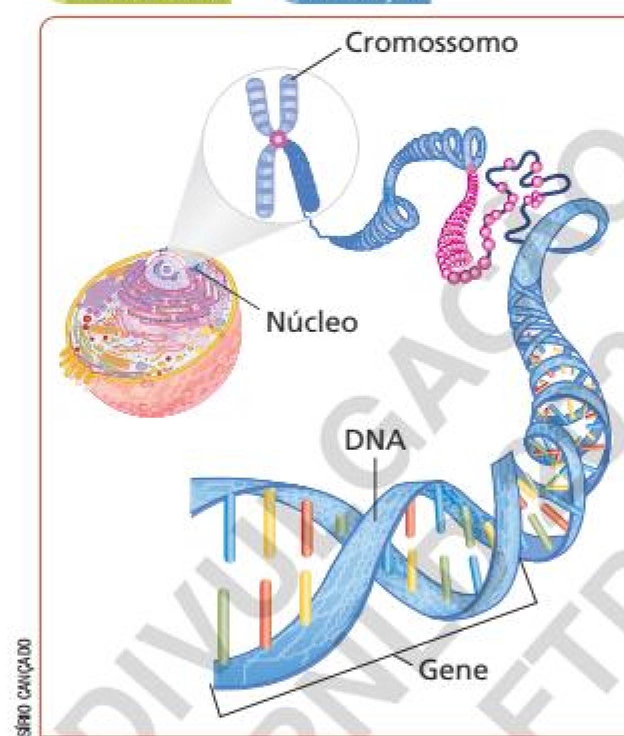
William Bateson (1861-1926), biólogo inglês, também averiguou a validade dos princípios de Mendel em experimentos usando outros organismos como objeto de estudo, obtendo resultados próximos aos do monge. Em 1901, Bateson traduziu para o inglês o artigo de Mendel, originalmente publicado em alemão, sendo um grande divulgador e defensor do mendelismo. Foi Bateson que propôs a notação "F1" e "F2" para se referir às diversas gerações.

O ano de 1900 costuma ser considerado como o início da Genética moderna. O emprego do raciocínio matemático aos fenômenos biológicos acompanha a Genética desde essa época.

Avanços dos estudos das células, com o aperfeiçoamento dos microscópios e das técnicas de observação, bem como o desenvolvimento das áreas de Química e Física, ocasionaram uma grande mudança no modo de entender a hereditariedade. Os cromossomos e outras estruturas celulares foram observados ao microscópio e os processos de divisão celular foram descritos.

Atualmente, sabemos que os chamados fatores de Mendel são os genes e que eles estão nos cromossomos; e que a meiose é o processo encarregado por separar os cromossomos – e consequentemente os genes – durante a formação das células reprodutivas.

AS CORES NÃO SÃO REAIS. IMAGENS FORA DE PROPORÇÃO.



Representação simplificada da relação entre DNA, cromossomos e genes.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Principais conceitos em Genética

DNA, cromossomos e genes

Em Genética, hereditariedade é o conjunto de processos biológicos que asseguram que cada ser vivo receba e transmita informações genéticas por meio da reprodução.

Nos organismos eucarióticos, a transmissão de informações genéticas é coordenada pelo núcleo das células, onde se encontra o material genético (ou material hereditário).

O núcleo das células eucarióticas apresenta **DNA (ácido desoxirribonucleico)** como material genético, que está compactado e bastante condensado formando os **cromossomos**. Cada cromossomo é uma estrutura celular formada por uma molécula de DNA e proteínas composta por vários genes diferentes. De forma simplificada, um **gene** pode ser definido como um trecho de DNA com informação para a produção de uma proteína. As proteínas é que são responsáveis pela manifestação das características dos seres vivos.

Em cada célula do nosso corpo há 46 cromossomos. Os 46 cromossomos humanos são agrupados em 23 pares. Os cromossomos de cada par (com mesmo tamanho, mesma forma e mesma sequência de genes são chamados de **cromossomos homólogos**. As células reprodutivas, também chamadas gametas, têm metade do número de cromossomos. No caso da espécie humana, cada gameta tem 23 cromossomos, um de cada par de homólogo. Isso permite que, durante a fecundação, os 23 cromossomos do espermatozoide se unam aos 23 cromossomos do ovócito, restabelecendo o número de cromossomos da espécie humana (46) no zigoto (ou célula-ovo), primeira célula do futuro ser.

Alelos, homozigose, heterozigose, genótipo e fenótipo

Recorde os estudos de Mendel. Cada característica das plantas de ervilha era determinada por um par de fatores. Sabendo que os fatores são os genes, cada característica era determinada por um par de genes.

Cada uma das diferentes versões de um gene que estão pareados em cromossomos homólogos é chamada de **alelo**. Quando, em um indivíduo, os alelos de um gene são idênticos, dizemos que o indivíduo é **homozigótico** para o caráter em questão e os alelos estão em **homozigose**. Nesse caso, os alelos são representados por um par de letras iguais: *AA*, *aa*, *BB* e *bb*, por exemplo. Era o caso das plantas de linhagens puras. Quando, em um indivíduo, os alelos de um gene são diferentes, dizemos que o indivíduo é **heterozigótico** para o caráter em questão e os alelos estão em **heterozigose**. Nesse caso, os alelos são representados por um par da mesma letra, porém uma maiúscula e outra minúscula: *Aa* ou *Bb*, por exemplo. Era o caso das plantas híbridas em F1.

O indivíduo homozigótico *AA* ou *aa*, por exemplo, forma apenas um tipo de gameta: 100% *A* ou 100% *a*; o indivíduo heterozigótico *Aa* forma dois tipos de gametas: 50% de gametas *A* e 50% de gametas *a*.

O conjunto de genes responsáveis por uma característica recebe o nome de **genótipo**. A aparência de um indivíduo, ou seja, as características que ele manifesta, constitui o seu **fenótipo**. O fenótipo é o resultado do genótipo em interação com o ambiente.

Relação entre genótipo e fenótipo para o caráter textura da semente

Genótipo	Fenótipo
AA	Semente lisa
Aa	Semente lisa
aa	Semente rugosa

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Depois de certificar-se de que os alunos compreenderam o que é DNA, cromossomo e gene, explicar que no núcleo de cada uma de nossas células – exceto as células reprodutivas – há 46 cromossomos. Esses cromossomos estão aos pares e são chamados de cromossomos homólogos. Explicar que cromossomos homólogos são um conjunto de cromossomos, contendo os mesmos genes, para as mesmas características, podendo apresentar alelos diferentes.

Pedir que os alunos leiam as informações dessa página e expliquem, com suas próprias palavras, o que entendem por alelo, homozigose, heterozigose, genótipo e fenótipo. Uma sugestão é que eles, em duplas, se revezem na explicação desses conceitos ao colega. Nesse momento, é possível perceber se eles compreenderam os termos apresentados. Aproveitar para desfazer dúvidas ou reforçar alguma explicação que seja necessária.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Texto: **O mundo conhece as descobertas do monge.** CIÊNCIA HOJE DAS CRIANÇAS. Disponível em: <http://livro.pro/x4gqn5>. Acesso em: 13 nov. 2018.
- Artigo: Raízes da genética no Brasil. ANDRADE, Rodrigo de Oliveira. **Pesquisa Fapesp**, 2016. Disponível em: <http://livro.pro/6sdy3v>. Acesso em: 13 nov. 2018.
- Matéria: Qual a diferença entre DNA, gene e cromossomo? **Superinteressante**, 2018. Disponível em: <http://livro.pro/bmiwmm>. Acesso em: 13 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ASSIM SE FAZ CIÊNCIA

Quando Watson e Crick desvendaram a estrutura do DNA, eles não tinham ideia do mundo de descobertas e possibilidades que esse conhecimento abriria. A Genética, atualmente, está presente em várias áreas, desde a criminalística até a produção de alimentos. A **atividade 5** da seção **Mergulho no tema** permite ampliar e enriquecer esse assunto, abordando o uso da Genética para descobrir a ancestralidade humana, propondo uma conversa sobre herança biológica, herança cultural e preconceito.

O texto aborda a utilização dos conhecimentos genéticos na Genética Forense, área que auxilia a desvendar casos sob investigação policial. É provável que muitos alunos já tenham assistido a filmes ou séries que usam os conhecimentos da genética para desvendar crimes. Perguntar: será mesmo possível identificar uma pessoa por meio da análise de uma gota de suor? Que materiais podem ser coletados para análise de DNA? Como os investigadores encontram a pessoa depois de ter o resultado da análise em mãos?

Conduzir a conversa de modo que eles reconheçam que o DNA fica no núcleo das células. Logo, qualquer material que contenha células nucleadas pode servir como prova para ter o DNA analisado: sangue, vômito, fezes, urina, suor, sêmen, entre outros. Explicar que os bancos de dados genéticos ajudam na identificação do suspeito. No Brasil, os presos por crimes hediondos têm material biológico coletado para análise de DNA, visando a composição de um banco de dados. Em outros países, como a Inglaterra, qualquer pessoa que seja presa ou detida pela polícia é obrigada a fornecer material biológico para compor o banco de dados genéticos. Logo, não basta ter o DNA sequenciado. É preciso ter como comparar esse resultado com vários outros sequenciamentos, até encontrar um material semelhante.

ASSIM SE FAZ CIÊNCIA

Ciência contra o crime

[...]

Simon Moran, 38 anos, costumava ser um bom assaltante. Ele tinha uma experiência profissional adequada, como ex-funcionário de uma empresa de instalação de portas e janelas, sempre usava luvas e só arrombava casas de velhinhos. A combinação de competência e cuidado fez que ele só fosse preso uma vez, apesar de ter cometido mais de 100 assaltos. Sua experiência era tão grande que, em setembro de 2006, ele seguiu em frente com um roubo mesmo dando de cara com uma senhora de 83 anos ao arrombar uma casa nos arredores de Manchester, na Inglaterra. O susto só veio dias mais tarde, ao saber que uma gota de suor havia sido suficiente para revelar sua identidade: depois de secar a testa com a luva, ele mexeu num saco plástico onde a octogenária costumava guardar sua bolsa.

AS CORES NÃO SÃO REAIS.

IMAGENS FORA DE PROPORÇÃO.



Representação de equipe de Ciência Forense examinando ambiente.

Há menos de 5 anos, a polícia precisaria de até 500 células de um criminoso para conseguir uma amostra de DNA decente. Com as técnicas mais modernas, apenas algumas bastam. O material colhido no saco plástico passou pelo sistema de isolamento e amplificação conhecido como DNA LCN, sigla em inglês para "baixo número de cópias de DNA". Ela foi criada pelos pesquisadores do Serviço de Ciência Forense do Reino Unido para viabilizar testes com amostras que antes não forneceriam volume suficiente de material genético. A técnica é tão sensível que, depois de uma fase inicial de automatização e barateamento do processo, ela tem sido usada para solucionar casos com amostras antes desprezadas, como aquela gota de suor ou, ainda, restos de tecidos epiteliais encontrados em objetos em que o criminoso tenha apenas encostado, como bitucas de cigarro, palitos de fósforo, roupas e armas.

[...]

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Texto: **Novas tecnologias vão revolucionar uso do teste de DNA.** TOLEDO, K. Agência Fapesp. Disponível em: <http://livro.pro/38tsm4>. Acesso em: 13 nov. 2018.

A gotícula que incriminou Simon só pôde ser encontrada porque os peritos mandaram o saco para ser analisado em laboratório. Mas há cada vez menos pistas invisíveis em uma cena de crime.

Os novos Sherlock Holmes trocaram as lupas por luzes forenses. São lanternas portáteis ou lâmpadas de maior porte que emitem luzes de diferentes comprimentos de onda, ajudando a revelar coisas que normalmente passariam despercebidas. As fibras sintéticas ficam fluorescentes [...]. Já materiais orgânicos, como fibras de algodão, saliva, urina, sêmen e ossos, ficam opacos e esbranquiçados sob a luz negra. "Investigando um caso de estupro, analisei o banco de um carro que não tinha sinais evidentes. Com a luz, pude ver e coletar uma amostra de sêmen e identificar o material genético que incriminou um suspeito", diz Rosângela Monteiro, da Polícia Científica de São Paulo.

[...]

O projeto para o futuro é bem mais ousado: construir retratos falados a partir de amostras de DNA. Hoje, com a análise do material genético de uma pessoa é possível extrair dados sobre sua origem geográfica e etnia. Se ela não for muito miscigenada, já dá para dizer se é afro-americana, asiática ou caucasiana. Com a descoberta de genes responsáveis por características físicas mais específicas, seria possível fazer descrições mais exatas. Já se conhece, por exemplo, o gene associado ao cabelo ruivo. Ao analisá-lo, um geneticista pode dizer se o dono de um DNA é ruivo ou não com até 90% de certeza. Pesquisas semelhantes também já foram feitas para determinar a cor dos olhos em ratos. A grande pedra no caminho desse tipo de *software* é que a maioria das características físicas é determinada por vários genes ao mesmo tempo, que estabelecem entre si relações de dominância. Pode ser que leve bastante tempo para isso acontecer, mas não é impossível. Afinal, há 15 anos, quem diria ser possível achar um criminoso com uma mísera gota de suor?

[...]

ARAÚJO, T. Ciência contra o crime. **Superinteressante**. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/ciencia-contra-o-crime/>. Acesso em: 25 set. 2018.

ATIVIDADES

1. O que incriminou Simon Moran?

2. Por que antes do desenvolvimento e do aperfeiçoamento da técnica de DNA LCN, Simon Moran não seria incriminado?

3. Você já ouviu falar em Sherlock Holmes? Se não, busque saber quem era ele e por que o texto se refere aos peritos criminalísticos como Sherlock Holmes.

4. Com os colegas, conversem sobre os itens a seguir.

a) O que vocês acham de usar conhecimentos científicos para desvendar crimes?

b) Será que é importante o desenvolvimento de programas de computadores em associação com as novas técnicas de análises genéticas? Por quê?

c) Além de desvendar crimes, em quais outras situações a análise de DNA pode ser usada?

d) Será que o avanço de técnicas de análise de DNA pode interferir na privacidade das pessoas? Expliquem.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ATIVIDADES

1. Uma gota de suor.

2. Porque a amostra de DNA fornecida pela gota de suor não seria suficiente para identificá-lo por conter poucas células.

3. Sherlock Holmes é um personagem de ficção da literatura britânica. Ele era um detetive incrivelmente perspicaz, que desvendava muitos crimes. O texto se refere aos peritos criminalísticos como Sherlock Holmes porque eles estão cada vez mais bem-sucedidos na resolução dos crimes.

4. a) Resposta pessoal. Comentar que os conhecimentos científicos podem ser mais uma ferramenta usada pela polícia para solucionar crimes e prender criminosos.

b) Comentar que os *softwares* garantem a análise rápida e precisa das sequências de DNA.

c) Os alunos podem citar reconhecimento de paternidade, identificação de pessoas, estabelecimento de grau de parentesco entre os seres vivos, entre outros. Comentar que o atentado terrorista que atingiu o World Trade Center (prédio em Nova York, EUA), em 11 de setembro de 2001, vitimou 2 749 pessoas e que apenas 291 corpos foram encontrados intactos. As técnicas de análise de DNA foram essenciais na identificação dos corpos das vítimas.

d) Resposta pessoal. Permitir que os alunos expressem suas opiniões livremente. Incentivar a conversa, propondo outras questões: Vocês cederiam material biológico de livre e espontânea vontade para compor um banco de dados genéticos? O que você acha de a polícia obrigar as pessoas a cederem seu material biológico? No Brasil, há uma premissa legal que uma pessoa não é obrigada a fornecer provas que possam incriminá-la. Será que o fornecimento de material biológico para compor um banco de dados genéticos iria contra essa ideia?

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

AS LEIS DE MENDEL

Essa dupla de páginas coopera para o desenvolvimento da habilidade **EF09CI08**. Explicar que a descoberta de que os genes se localizam nos cromossomos e de como esses cromossomos se separam durante a formação dos gametas foi crucial para a validação dos trabalhos de Mendel e compreensão das bases da hereditariedade.

Verificar se os alunos compreenderam a primeira e a segunda leis de Mendel. Comentar que, neste momento do ensino, serão consideradas apenas a transmissão das características que atendem à primeira lei de Mendel, ou a lei da segregação. Explicar que segregação significa separação. Logo, a primeira lei se refere à separação dos cromossomos e, consequentemente dos fatores hereditários (genes), durante a formação dos gametas.

Explorar o esquema que mostra a meiose, explicando que esse tipo de divisão celular é responsável pela formação dos gametas. Ressaltar que o esquema mostra uma célula hipotética com apenas quatro cromossomos para facilitar a compreensão do processo. Primeiramente, ocorre a duplicação dos cromossomos, depois ocorrem duas divisões sucessivas: na primeira, são separados os cromossomos homólogos e na segunda, as cromátides-irmãs. Explicar que cromátides-irmãs são as cópias unidas de um cromossomo duplicado; a leitura da imagem pode ajudar na compreensão desse termo. As duas divisões sucessivas resultam em quatro células-filhas, com metade do número cromossômico inicial.

É importante que os alunos compreendam que os gametas têm metade do número cromossômico da espécie, pois, na fecundação, esse número será restaurado, uma vez que há união do núcleo do gameta masculino com o núcleo do gameta feminino. Assim, nos descendentes há mistura do material genético dos progenitores: 50% dos seus cromossomos são paternos e 50%, são maternos. Por isso, é dito que a reprodução sexuada proporciona variedade genética, pois neste caso o genótipo do descendente nunca será igual ao dos progenitores. Recordar o que os alunos já sabem sobre os tipos de reprodução (assexuada e sexuada) e sobre a importância da variedade genética.

As leis de Mendel

A redescoberta dos trabalhos de Mendel e a sua reinterpretação à luz dos novos conhecimentos levaram à formulação das bases da hereditariedade, chamadas de leis de Mendel.

A **primeira Lei** ou **Lei da Segregação** afirma que cada característica é determinada por dois fatores, que se separam na formação dos gametas.

A **segunda Lei** ou **Lei da Segregação Independente** afirma, de maneira simplificada, que cada característica é herdada independentemente de outras. Atualmente, sabemos que essa lei se aplica apenas a genes localizados em pares diferentes de cromossomos homólogos.

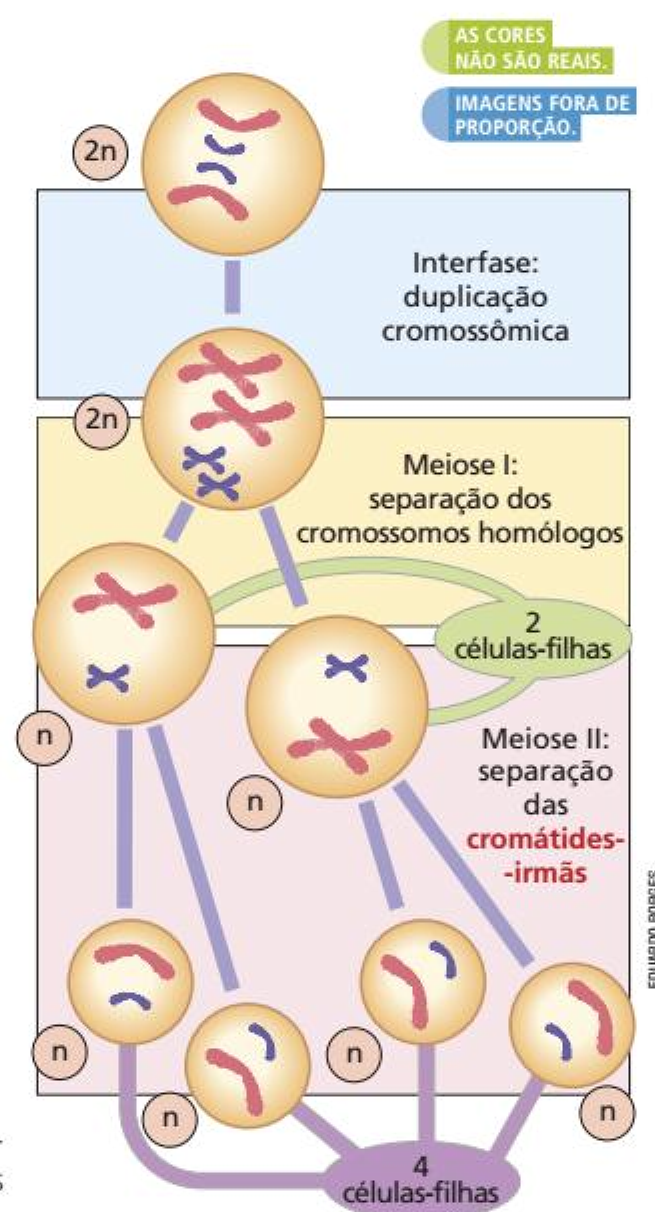
A segunda lei de Mendel é usada para analisar duas ou mais características de uma vez. Além de estudar isoladamente diversas características fenotípicas da ervilha, Mendel estudou também a transmissão combinada de duas ou mais características. Em um de seus experimentos, por exemplo, foram consideradas simultaneamente a cor da semente, que pode ser amarela ou verde, e a textura da casca da semente, que pode ser lisa ou rugosa.

Nesse momento, vamos nos ater à primeira lei de Mendel. A segregação dos fatores só foi compreendida quando o processo de meiose foi desvendado.

A **meiose** é o processo de divisão celular pelo qual são formados os gametas. Nesse processo, em um primeiro momento ocorre a duplicação dos cromossomos, os quais, em seguida, sofrem duas divisões consecutivas, dando origem a quatro células-filhas com metade do número de cromossomos da célula-mãe. Suponha que uma célula com 4 cromossomos vai se dividir por meiose. Acompanhe os principais eventos desse processo no esquema ao lado.

É a meiose que explica a formação de gametas, células com metade dos cromossomos, em todas as espécies que se reproduzem de forma sexuada. Na espécie humana, ela é responsável pela formação dos espermatozoides e dos ovócitos. Durante o processo de fecundação, com a união do núcleo do espermatozoide com o núcleo do ovócito, o número de 46 cromossomos é restaurado, dando origem ao zigoto.

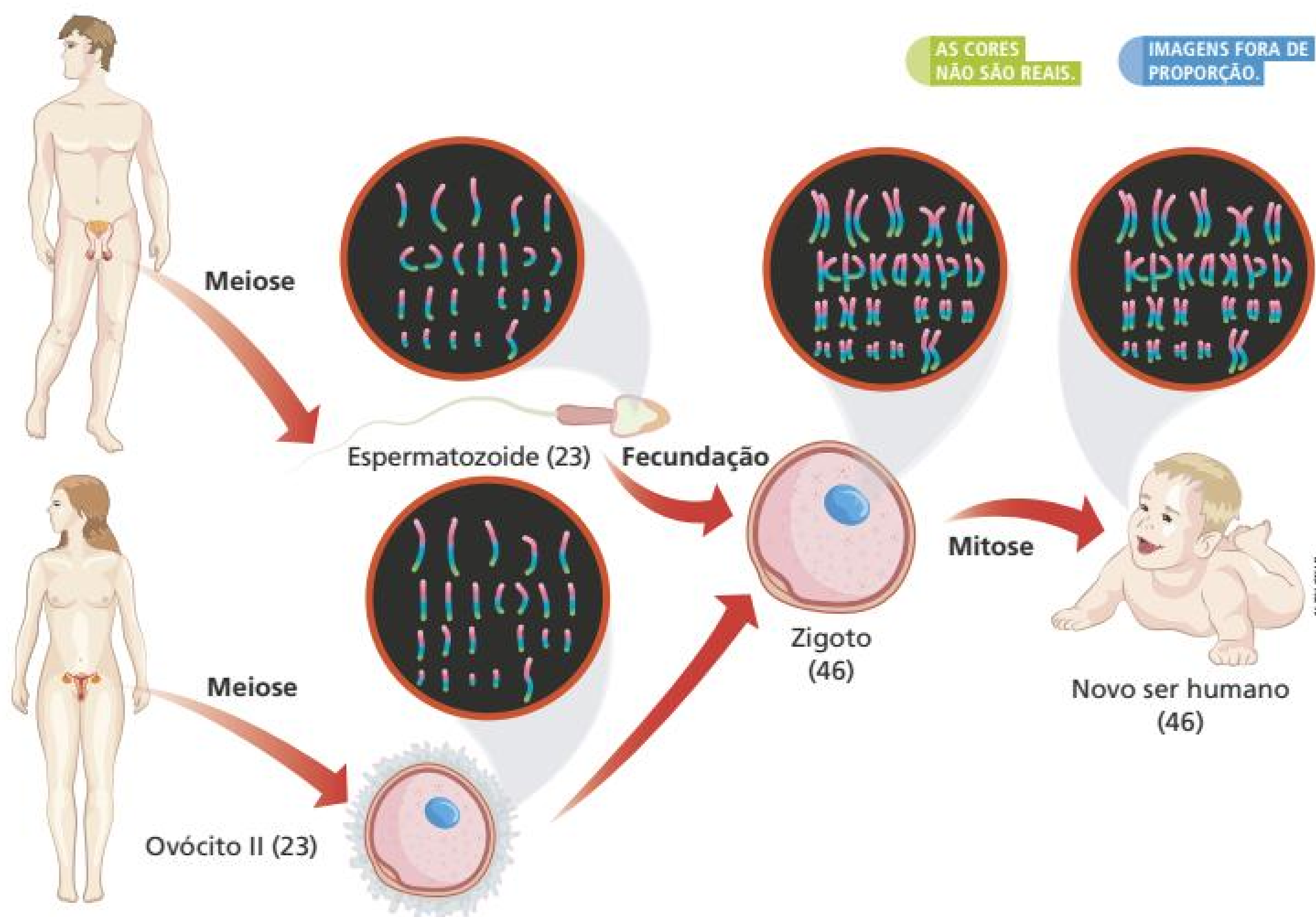
Cromátides-irmãs: cópias unidas de um cromossomo duplicado.



Esquema da meiose em uma célula com 4 cromossomos. A meiose explica a separação dos alelos na formação dos gametas.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

O desenvolvimento do zigoto dará origem a um novo indivíduo. A reprodução sexuada é responsável pela **variedade genética**, já que na formação do zigoto são combinados cromossomos paternos e maternos.



Representação da meiose e da mitose na formação de um novo indivíduo, considerando a espécie humana.

Durante o desenvolvimento do novo indivíduo, ocorre a **mitose**, outro processo de divisão celular, na qual uma célula dá origem a duas células idênticas com o mesmo número de cromossomos da célula-mãe. A mitose é responsável pelo crescimento e pela reparação do organismo.

Pela primeira lei de Mendel é possível estudar e prever a transmissão de várias características na espécie humana, como veremos nas próximas páginas.

ATIVIDADES

NÃO ESCREVA NO LIVRO.

1. Na época em que Mendel divulgou os resultados de seus experimentos, ele supôs a existência de fatores e a separação desses fatores durante a formação dos gametas. Considerando os conhecimentos atuais do campo da Genética, responda às questões:

a) O que são os fatores de Mendel?

b) Qual processo é responsável pela separação dos fatores durante a formação dos gametas?

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Explorar o esquema que mostra a formação dos gametas na espécie humana e a restauração do número cromossômico da espécie (46 cromossomos) no processo de fecundação.

Embora os cromossomos homólogos tenham o mesmo tamanho e a mesma forma, na preparação das células esses cromossomos podem adquirir conformações diferentes. Essa característica pode ser explorada na imagem do cariótipo do bebê.

Depois de os alunos terem compreendido a importância da meiose, explicar que é a mitose: um outro tipo de divisão celular responsável pelo desenvolvimento e crescimento do novo ser.

Pedir que os alunos façam um quadro comparativo entre meiose e mitose, apontando em quais células cada um desses processos ocorre, quantas células-filhas são formadas, o que acontece com o número cromossômico durante o processo e qual a função de cada tipo de divisão.

ATIVIDADES

1. a) Os fatores de Mendel são hoje chamados de genes no campo da Genética.

b) O processo responsável pela separação dos fatores ou genes na formação dos gametas é a meiose.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

2. a) Esquema **A**, porque são formadas duas células-filhas com o mesmo número de cromossomos que a célula-mãe.

b) Esquema **B**, porque são formadas quatro células-filhas com metade do número de cromossomos da célula-mãe.

c) A mitose é responsável por formar células que serão usadas para o crescimento e reparação do nosso corpo. A meiose é responsável pela formação dos gametas.

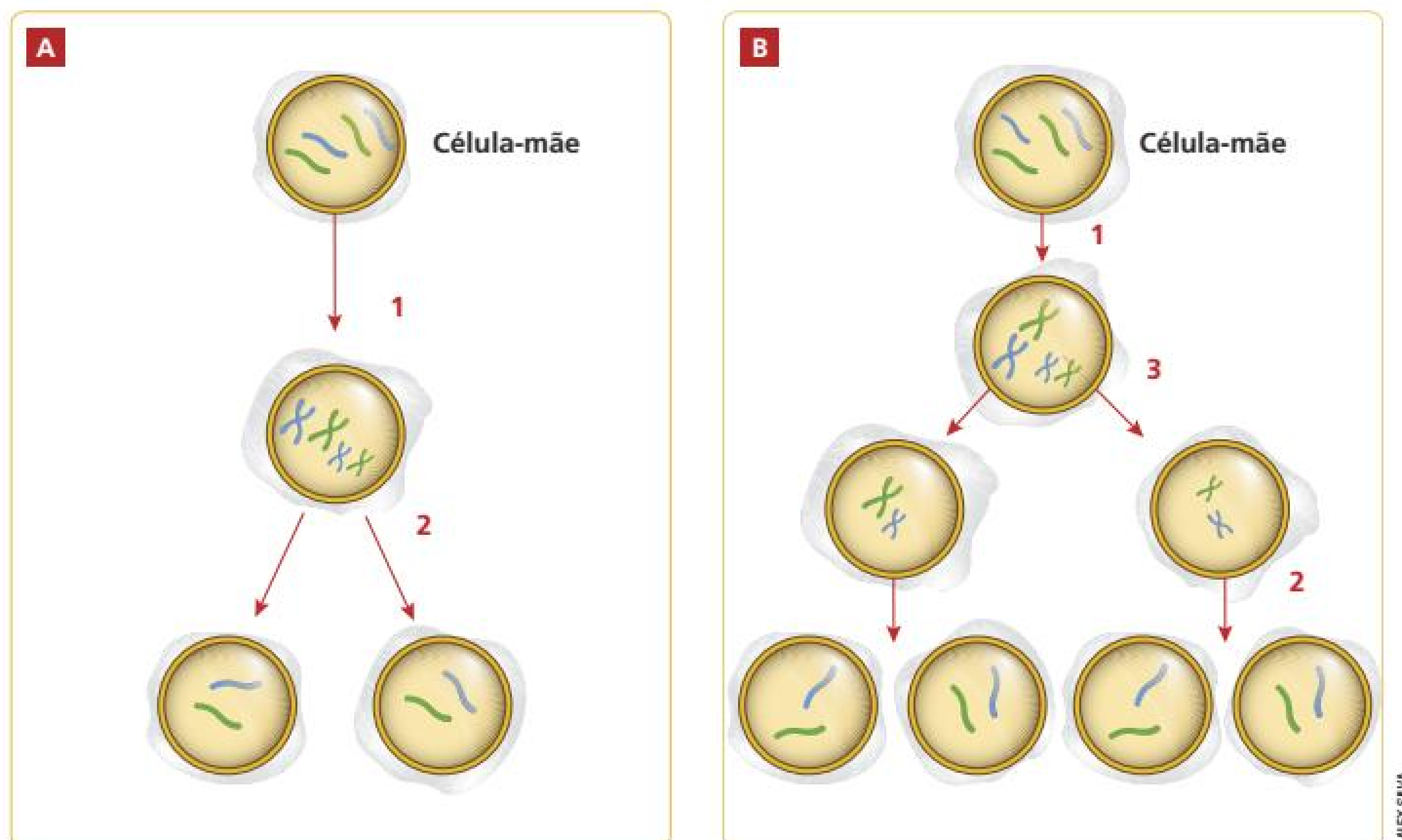
d) A duplicação dos cromossomos.

e) A divisão dos cromossomos entre as células-filhas.

f) Porque somente a meiose apresenta duas divisões consecutivas, o que explica a redução dos cromossomos das células-filhas pela metade.

3. 2n = 14 e n = 7.

2. Observe os esquemas a seguir. Depois, responda às questões.



Representação das formas de divisão e reprodução celular. AS CORES NÃO SÃO REAIS. IMAGENS FORA DE PROPORÇÃO.

a) Qual esquema representa a divisão celular por mitose? Justifique.

b) Qual esquema representa a divisão celular por meiose? Justifique.

c) Qual é a função de cada um desses processos?

d) O que é indicado pelo número 1 em ambos os esquemas?

e) O que é indicado pelo número 2 em ambos os esquemas?

f) Por que o número 3 só acontece no esquema B?

3. Leia o texto a seguir. Depois, responda à questão.

A célula que possui dois cromossomos de cada tipo é denominada **diploide**. As células que compõem o nosso corpo são diploides. O número diploide de cromossomos de uma célula é representado por **2n**.

As células que apresentam um único cromossomo de cada tipo são denominadas células **haploides**. As células haploides possuem a metade do número de cromossomos que caracteriza a espécie. São haploides todas as células sexuais ou gametas. O número haploide de cromossomos de uma célula é representado por **n**.

- Considere a planta de ervilha que apresenta 14 cromossomos. Qual seria o número diploide (2n) e o haploide (n) para essa espécie?

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

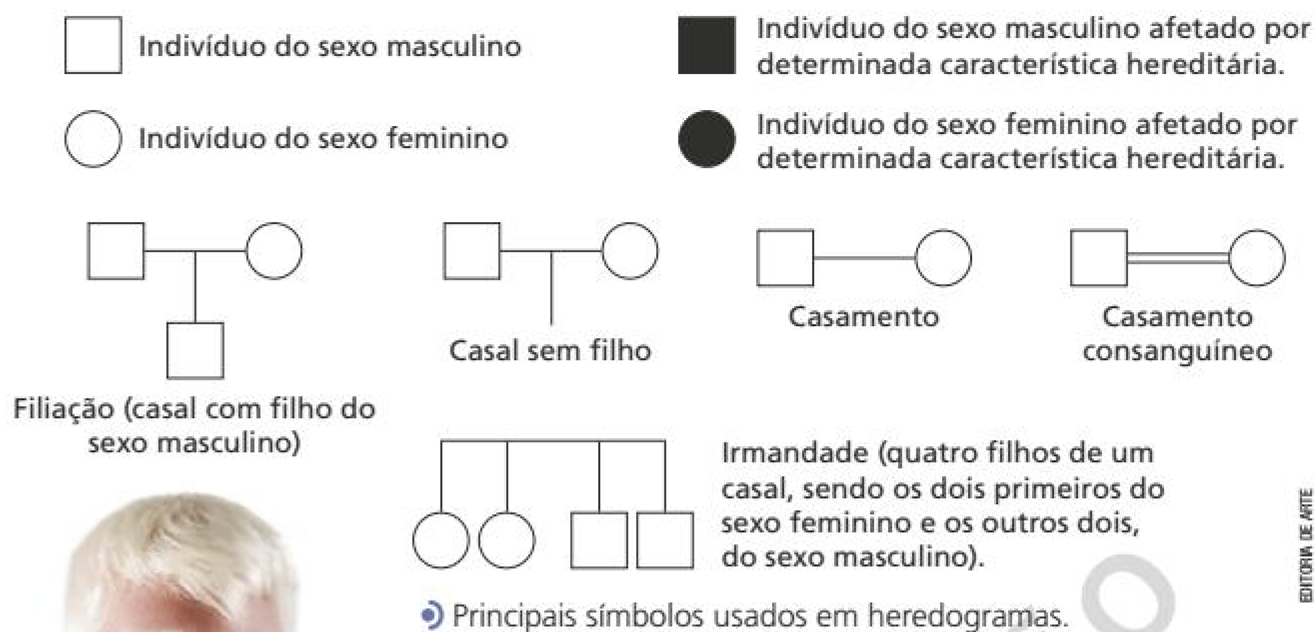
A transmissão de algumas características

O desenvolvimento da Genética e a compreensão de como o DNA funciona permitiram o avanço da Biologia, da medicina e de muitas outras áreas da Ciência. Conhecimentos de Genética permitem estabelecer os graus de parentesco entre as diversas espécies de seres vivos por meio da comparação do material genético, e até mesmo a investigação e resolução de crimes pela Polícia Científica.

Como a Genética permite explicar a transmissão de certas características dos progenitores para seus descendentes e prever a probabilidade de determinada característica ser herdada, seus conhecimentos acabam sendo muito úteis no aconselhamento genético, pois permitem calcular a probabilidade de uma doença ou característica genética ser transmitida dos progenitores para os descendentes.

Para tanto, os geneticistas analisam a história familiar do casal por meio da construção de **heredogramas**, também chamados de árvores genealógicas ou genealogias. Heredogramas são representações gráficas que permitem estudar a transmissão de determinada característica hereditária ao longo de várias gerações de indivíduos aparentados entre si.

Para a elaboração de heredogramas é usada uma simbologia específica, como mostrada abaixo.



Principais símbolos usados em heredogramas.



Pessoa albina.

Albinismo

Veja no material audiovisual o áudio sobre a diversidade física dos seres humanos.

O albinismo é uma condição na qual as células do indivíduo não produzem o pigmento chamado melanina. A melanina dá cor à pele, aos cabelos e aos olhos. O albinismo pode acontecer em várias espécies de animais, incluindo a espécie humana. Nas pessoas albinas, há ausência parcial ou total de melanina. Essas pessoas têm pele, cabelos e olhos bem claros.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

a transmissão de uma característica hereditária facilmente observável.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

Pedir que os alunos desenhem o heredograma da sua família. Não é preciso considerar nenhuma característica hereditária em particular, apenas representar as relações de parentesco, indicando os avós, os pais e irmãos. Se houver alunos cujos avós já tiverem falecido, ou que são filhos adotivos, ou com pais separados e com meios-irmãos ou com irmãos adotados, orientá-los a representar corretamente essas relações de parentesco conforme indicado a seguir:



NO AUDIOVISUAL

Um dos materiais disponíveis nesta coleção trata da diversidade física nos seres humanos e da diversidade da população brasileira e é apresentado na forma de áudio. Nele é possível discutir sobre os fatores hereditários associados a essas características físicas.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

A TRANSMISSÃO DE ALGUMAS CARACTERÍSTICAS

Conhecer os principais símbolos usados em um heredograma ajuda na resolução de diversas situações-problemas que serão propostas nas próximas páginas. Para auxiliar os alunos com esta compreensão, desenhar alguns heredogramas na lousa e pedir que os alunos analisem o que está sendo representado em cada um. Além dos símbolos apresentados aqui, existem outros, mas, por serem menos usuais, optamos por não mostrá-los.

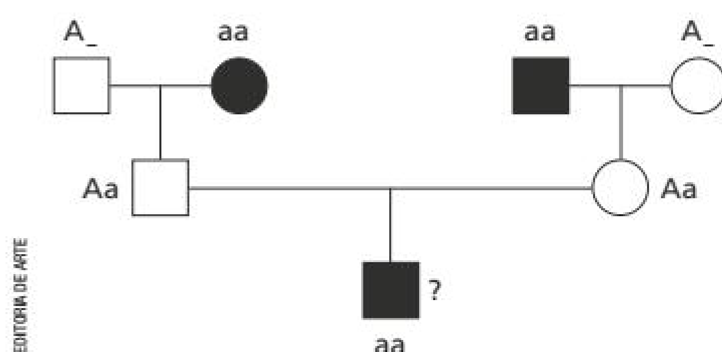
Perguntar aos alunos o que é um casamento consanguíneo. Certificar-se de que eles sabem que se trata de casamento entre parentes próximos, como primos, por exemplo. A **atividade 1** da seção **Mergulho no tema** permite enriquecer e ampliar esse assunto, sugerindo que os alunos analisem

O albinismo é caracterizado pela falta de pigmentação na pele, cabelos e olhos. As pessoas albinas são muito sensíveis ao sol, podem sofrer queimaduras facilmente e, por isso, devem usar sempre o filtro solar para proteger a pele, e óculos escuros para proteger os olhos.

Será que pais com pigmentação normal nas células da pele podem ter filhos albinos? Isso vai depender da sua história familiar.

Antes de mais nada, é preciso saber que o albinismo é condicionado por um alelo recessivo, ou seja, que só se manifesta quando está em homozigose (*aa*). A pigmentação normal é condicionada pelo alelo dominante, que pode estar em homozigose (*AA*) ou heterozigose (*Aa*).

Suponha um casal com pigmentação normal da pele. O pai da mulher é albino e a mãe do homem é albina. Se o casal tem pigmentação normal, ambos têm no genótipo o alelo *A*. Mas como eles têm um dos progenitores albino, herdaram o alelo *a*. Logo, o genótipo de ambos para a pigmentação de pele é *Aa*. Com essas informações é possível montar o heredograma a seguir.



Heredograma representando a transmissão do albinismo. O traço ao lado do alelo *A* do pai do homem e da mãe da mulher sinaliza que não conhecemos o outro alelo por falta de informações.

De posse dessas informações, é possível calcular a probabilidade de o casal ter um filho albino. Para tanto, é preciso lembrar que os alelos se separam na formação dos gametas. Logo, os espermatozoides vão conter os alelos *A* e *a* e os ovócitos também, já que homem e mulher são heterozigóticos para esse caráter. Na fecundação, esses alelos voltam a se unir, combinando-se ao acaso. O quadro a seguir, chamado **quadro de Punnett**, é um recurso bastante usado em Genética; ele será usado para mostrar os gametas formados e as possíveis combinações entre eles.

Quadro de Punnett

Gametas ♂ / Gametas ♀	A	a
A	AA (pigmentação normal)	Aa (pigmentação normal)
a	Aa (pigmentação normal)	aa (albino)

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

A probabilidade de esse casal ter um filho albino é de 25%. Então, nesse caso específico, depois de analisar a história familiar e deduzir os genótipos dos progenitores, é possível que um casal com pigmentação normal da pele venha a ter um filho albino.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Albinismo

Explicar que o albinismo é condicionado por um alelo alterado, que afeta a produção de melanina e, por isso, os indivíduos albinos não apresentam pigmentação nas estruturas epidérmicas. Mais uma vez, vale falar sobre a importância do respeito às diferenças. As pessoas albinas devem tomar alguns cuidados por causa de sua pele e olhos sensíveis, elas são pessoas como quaisquer outras, com sonhos, desejos, sentimentos e valores.

Por se tratar de uma herança recessiva, para que o albinismo se manifeste é necessário que o alelo alterado esteja em dose dupla no genótipo do indivíduo.

Analisar a situação proposta com os alunos e mostrar que a correta interpretação do caso que está sendo descrito é essencial para a construção do heredograma e cálculo da probabilidade para responder à questão proposta. Sugerimos que o heredograma seja reconstruído com a sala, a partir da leitura coletiva e comentada da situação. Orientar os alunos a irem anotando cada informação fornecida na construção do heredograma para compreensão das relações familiares e dedução do genótipo correto dos indivíduos.

Para o cálculo da probabilidade, é usado o quadro de Punnett. Salientar que esse recurso é bastante utilizado nas atividades em Genética por facilitar a definição dos genótipos e sua associação aos respectivos fenótipos. Pode ser que, com a prática, os alunos dispensem a elaboração do quadro de Punnett, mas é recomendado que, ao menos no início do estudo das características hereditárias, este quadro faça parte da resolução das situações propostas.

Comentar que o quadro de Punnett foi criado pelo biólogo e geneticista britânico Reginald Punnett (1875-1967). O objetivo do pesquisador com a criação desse quadro era demonstrar a variedade de combinações genéticas possíveis em um determinado cruzamento. O quadro é uma espécie de diagrama, no qual os gametas de um progenitor são representados em uma linha e os do outro, em uma coluna. Por meio da combinação de linhas e colunas, são obtidos os genótipos dos possíveis descendentes. Em cada espaço do quadro, é representada uma possível combinação de um óvulo e um espermatozoide.

Presença de sardas

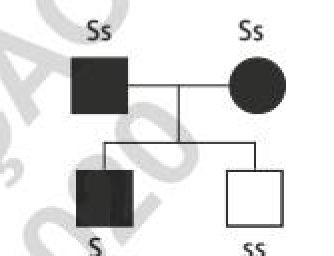
As sardas são manchas causadas pelo aumento da concentração de melanina em certas partes do corpo. O fator preponderante para o seu aparecimento é a predisposição genética, mas a exposição ao Sol também coopera para o surgimento das sardas.



Rosto de pessoa com sardas. Sardas são pequenas manchas escuras na pele que surgem nos locais de maior exposição solar.

Suponha que um homem com sardas, heterozigoto para esse caráter, casou-se com uma mulher também com sardas. O casal teve dois filhos: um com sardas e outro sem sardas. Será que podemos deduzir qual é o genótipo dessas pessoas e qual é o caráter dominante (com sardas ou sem sardas)?

Para tanto, precisamos lembrar que um caráter recessivo só se manifesta quando está em homozigose. Deduzimos que a condição "com sardas" é dominante, já que o homem é heterozigótico para o caráter (*Ss*) e tem sardas. Além disso, se o caráter "com sardas" fosse recessivo, o casal não teria filhos sem sardas (já que todos teriam o mesmo alelo). Deduzimos também que o casal é heterozigoto, pois um dos filhos não tem sardas (*ss*), lembrando que um dos alelos veio do pai e outro da mãe. Essas deduções permitem montar o heredograma a seguir, o qual indica o genótipo dessas pessoas.



Heredograma representando a transmissão da característica sardas no rosto. O traço ao lado do alelo *S* do filho do casal sinaliza que não conhecemos o outro alelo.

Assim, é possível deduzir que a condição "com sardas" é dominante e que o genótipo da mãe e do pai é *Ss*, do filho com sarda pode ser *SS* ou *Ss* e do filho sem sardas é *ss*.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Presença de sardas

As sardas também são uma característica herdada geneticamente. Mas, nesse caso, convém ressaltar a contribuição do fator ambiental para o aparecimento dessas manchas na pele. Lembrar os alunos que o fenótipo é a interação entre genótipo e meio ambiente. Sendo assim, uma pessoa com genótipo para a presença de sardas pode não apresentar essa característica se nunca se expuser ao sol, por exemplo. Nesse momento, é importante ressaltar que a exposição ao sol, em horários adequados e por períodos curtos de tempo, é necessária para a síntese de certas vitaminas e coopera para a saúde do corpo.

Assim como foi sugerido para o estudo do albinismo, analisar a situação proposta com os alunos, de modo que eles compreendam o heredograma construído para a análise desse caso. Verificar se os alunos compreenderam por que a característica "presença de sardas" é dominante e não recessiva. Sugerimos que o heredograma seja reconstruído com a sala, a partir da leitura coletiva e comentada do caso relatado. Orientar os alunos a irem anotando cada informação fornecida na construção do heredograma para compreensão das relações familiares e dedução do genótipo correto dos indivíduos.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

Como a presença de sardas é uma característica facilmente observável, é possível propor que os alunos tentem inferir o seu genótipo para esse caráter. Para tanto, eles devem observar se seus avós, pais e irmãos biológicos têm sardas ou não e se eles também apresentam essa característica.

Outra sugestão, é explorar as atividades sugeridas no *link* da seção **Para saber mais: professor**. Atividades práticas costumam deixar o estudo da Genética mais dinâmico e atraente.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- *Site*: **Atividades interativas**. Centro de Pesquisa sobre o genoma humano e células-tronco. Disponível em: <http://livro.pro/k6zrpv>. Acesso em: 13 nov. 2018.

29

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Capacidade de dobrar o polegar

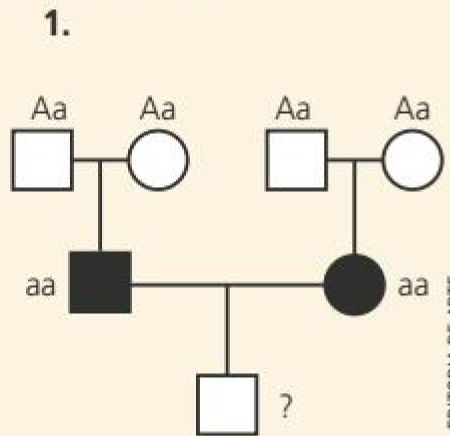
Essa é outra característica facilmente observável. Pedir que os alunos façam o sinal de "joia" e reparem se o polegar fica reto ou dobra para trás.

Analisar a situação proposta com os alunos, de modo que eles compreendam o heredograma construído para a análise desse caso. Pedir que eles anotem cada informação fornecida na construção do heredograma para compreensão das relações familiares e dedução do genótipo correto dos indivíduos.

Se necessário, ajudá-los na interpretação do quadro de Punnett e no cálculo da probabilidade. Se julgar oportuno, mudar algumas informações da situação proposta e pedir que os alunos construam o novo heredograma e façam o cálculo da nova probabilidade, para responder à mesma questão proposta.

ATIVIDADES

1.



Gametas ♂ / Gametas ♀	a	a
a	aa	aa
a	aa	aa

A probabilidade é nula, já que ambos são homozigóticos recessivos e os gametas de ambos só terão o alelo recessivo, condicionante para o albinismo.

2. a) 4 células, metade com o alelo B e metade com o alelo b.

b) 2 células heterozigóticas Bb.

3.

Gametas ♂ / Gametas ♀	A	a
a	Aa	aa
a	Aa	aa

50% heterozigótico e 50% homozigótico recessivo.

Capacidade de dobrar o polegar

Há pessoas que conseguem dobrar o polegar para trás, enquanto outras conseguem apenas mantê-lo na posição vertical. A capacidade de dobrar o polegar é condicionada por um alelo recessivo; logo, só se expressa se o indivíduo é homozigótico recessivo, ou seja, apresenta genótipo *dd*.

Suponha que um casal, ambos sem conseguir dobrar o polegar para trás, teve uma filha com essa capacidade. É possível prever os genótipos desse casal? Qual é a probabilidade de esse casal ter outro filho sem a capacidade de dobrar o polegar para trás?

Se pai e mãe não apresentam a característica, mas cederam o alelo para a filha, isso indica que eles são heterozigóticos para o caráter em questão (*Dd*) e a filha é homozigótica recessiva (*dd*). O quadro a seguir mostra a probabilidade de o casal ter filhos sem a capacidade de dobrar o polegar.



Polegar sem a capacidade de dobrar para trás (**A**) e polegar dobrado para trás (**B**).

Gametas ♂ / Gametas ♀	D	d
D	DD (polegar sem capacidade de dobrar)	Dd (polegar sem capacidade de dobrar)
d	Dd (polegar sem capacidade de dobrar)	dd (polegar com capacidade de dobrar)

A probabilidade de eles terem um filho sem a capacidade de dobrar o polegar é de 75% (ou ¾).

ATIVIDADES

NÃO ESCREVA NO LIVRO.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

1. Suponha um casal albino. Os progenitores de ambos têm pigmentação normal na pele. Qual é a probabilidade de esse casal ter um filho com pigmentação normal? Justifique sua resposta com um heredograma e um quadro de Punnett.

2. Considere uma célula heterozigótica *Bb* para responder às questões a seguir.

a) Como os alelos *B* e *b* se distribuirão nas células-filhas resultantes de uma meiose?

b) Como os alelos *B* e *b* se distribuirão nas células-filhas resultantes de uma mitose?

3. Qual será o resultado do cruzamento entre um indivíduo heterozigótico com um indivíduo homozigótico recessivo para determinada característica? Apresente os resultados no quadro de Punnett.

Determinação do sexo na espécie humana

Como vimos, as células humanas, com exceção dos gametas, têm 23 pares de cromossomos homólogos. Desses, 22 pares compõem os cromossomos autossomos e 1 par compõe os cromossomos sexuais. Os cromossomos autossomos têm genes para a cor dos olhos, do cabelo e da pele, por exemplo. Os cromossomos sexuais têm genes relacionados com o sexo do indivíduo.

O par de cromossomos sexuais pode ser **XX** (no sexo feminino) e **XY** (no sexo masculino).

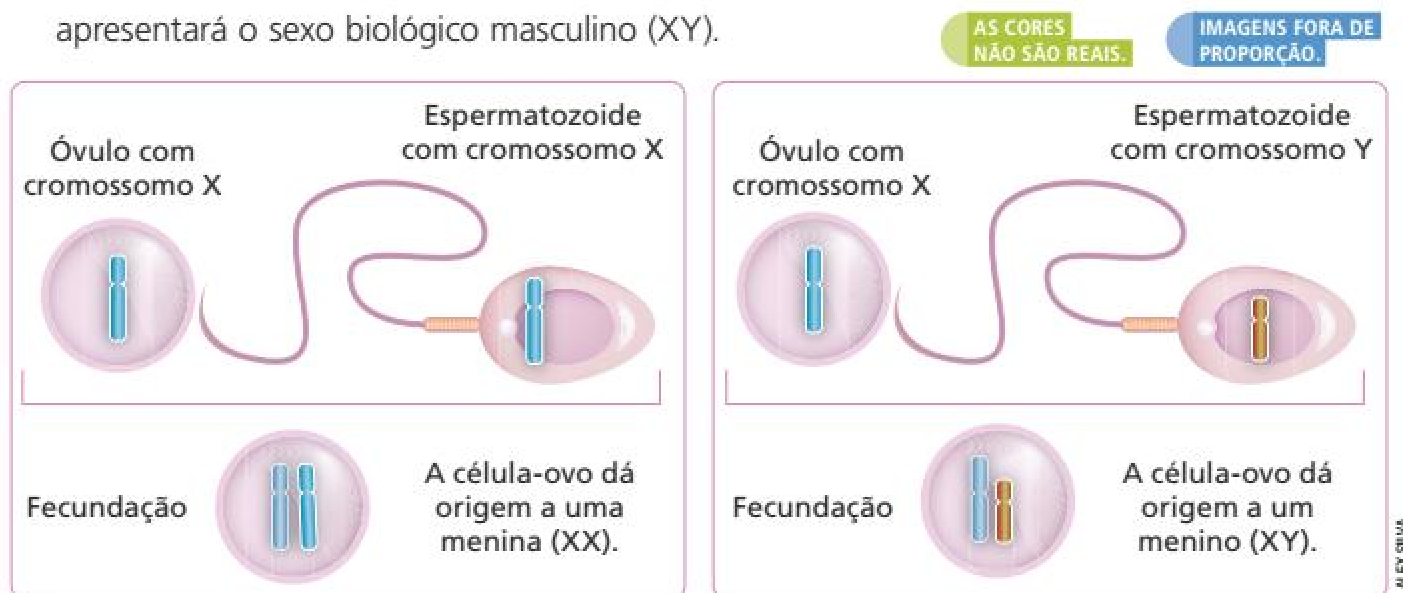
Ao formar os gametas, os pares de cromossomos sexuais, assim como acontece com os cromossomos autossomos, se separam. No caso da mulher, todos os gametas formados por ela vão apresentar o cromossomo X. No caso do homem, metade dos gametas formados vai apresentar o cromossomo X e a outra metade, o cromossomo Y.

No momento da fecundação, quando os cromossomos maternos se reúnem com os cromossomos paternos, é determinado o sexo biológico do bebê:

- se o ovócito for fecundado por um espermatozoide contendo o cromossomo X, o bebê apresentará o sexo biológico feminino (XX).
- se o ovócito for fecundado por um espermatozoide contendo o cromossomo Y, o bebê apresentará o sexo biológico masculino (XY).

AS CORES NÃO SÃO REAIS.

IMAGENS FORA DE PROPORÇÃO.



Esquema da determinação do sexo na espécie humana.

Características ligadas ao sexo

Algumas características, além daquelas que determinam o sexo biológico na espécie humana, são definidas por genes localizados nos cromossomos sexuais. São as chamadas **características ligadas ao sexo**. Ao analisar um heredograma, é possível detectar uma característica ligada ao sexo se ela acometer indivíduos de apenas um dos sexos ou com uma frequência maior em um dos sexos.

O daltonismo, condição caracterizada pela incapacidade de distinguir certas cores, por exemplo, é uma característica ligada ao sexo, cujos genes estão localizados no cromossomo X.



Figuras de Ishihara usadas em Teste de daltonismo.

DIVULGAÇÃO PNLD FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

DETERMINAÇÃO DO SEXO NA ESPÉCIE HUMANA

Recordar com os alunos o que é sexo biológico: sexo se refere às características físicas, fisiológicas e genéticas de um organismo que permitem distingui-lo em macho ou fêmea. Nessa página, serão apresentadas as características genéticas que determinam o sexo masculino e o sexo feminino.

Salientar que os seres humanos apresentam 23 pares de cromossomos: 22 pares são de cromossomos autossomos e 1 par é de cromossomos sexuais. Provavelmente muitos alunos já ouviram falar dos cromossomos X e Y. Explicar que esses cromossomos também são herdados dos nossos progenitores. Assim, no momento da fecundação, o sexo do futuro bebê já é definido. Pedir que os alunos expliquem o esquema que mostra a determinação do sexo na espécie humana.

CARACTERÍSTICAS LIGADAS AO SEXO

Explicar que há algumas características que são determinadas por genes que estão localizados nos cromossomos sexuais.

Comentar que o padrão de herança ligada ao cromossomo sexual X caracteriza-se pelo seguinte: os filhos do sexo masculino (XY) herdam genes do cromossomo X apenas de sua mãe (já que o pai cedeu o cromossomo Y no momento da fecundação), enquanto as filhas (XX) herdam metade desses genes da mãe e metade do pai (já que o pai cedeu o cromossomo X no momento da fecundação e não o Y). O pai, por sua vez, transmite genes localizados em seu cromossomo X apenas às filhas. Por isso, é possível determinar se uma característica é ligada ao sexo por meio da análise do heredograma e verificar se ela se manifesta mais um sexo do que em outro.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Recordar o que os alunos já sabem sobre daltonismo. É provável que alguns se lembrem de que essa característica está relacionada com a incapacidade de distinguir certas cores e se recordem do teste de Ishihara para verificar se uma pessoa é daltônica ou não. Se algum aluno não conseguir identificar corretamente os números no interior dos círculos, orientá-lo a procurar um médico para exames mais precisos.

Analisar o heredograma proposto e o quadro com os possíveis genótipos e fenótipos para os descendentes do casamento sugerido. Verificar se os alunos compreenderam o motivo de haver mais indivíduos do sexo masculino daltônicos do que indivíduos do sexo feminino com essa característica.

ATIVIDADES

1.

Gametas ♂ / Gametas ♀	X^d	Y
X^D	X^DX^d	X^DY
X^D	X^DX^d	X^DY

A probabilidade é nula.

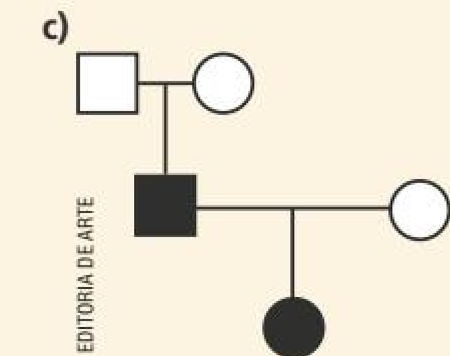
2. a) O pai deve ser X^DY, pois tem visão normal para cores e transmitiu o cromossomo Y para o filho. A mãe deve ser X^DX^d, pois tem visão normal para cores, mas transmitiu o cromossomo X portador do alelo para o daltonismo para o filho.

b)

Gametas ♂ / Gametas ♀	X^d	Y
X^D	X^DX^d	X^DY
X^d	X^dX^d	X^dY

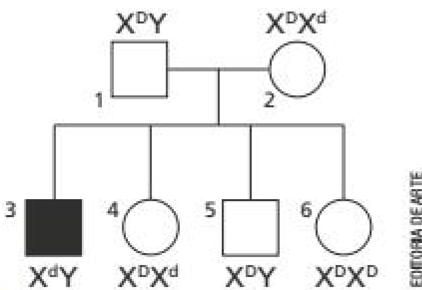
A probabilidade é de ¼, ou 25%.

c)



Essa condição hereditária é determinada pelo alelo recessivo. Pelo fato de indivíduos do sexo masculino apresentarem apenas um cromossomo X, basta herdar um cromossomo X portador do alelo recessivo para que manifestem o daltonismo. Mulheres afetadas por essa condição são mais raras, pois é necessário que ambos os progenitores forneçam os cromossomos X portadores do alelo recessivo.

Acompanhe, a seguir, os possíveis genótipos e fenótipos no caso de um homem com visão normal se casar com uma mulher de visão normal, mas portadora do alelo para daltonismo.



Heredograma representando a transmissão do alelo responsável pelo daltonismo, que está associado ao cromossomo X.

Indivíduo	Genótipo	Fenótipo
1	X^DY	Indivíduo do sexo biológico masculino com visão normal.
2	X^DX^d	Indivíduo do sexo biológico feminino com visão normal, porém portadora do alelo para daltonismo.
3	X^dY	filho (sexo biológico masculino) com daltonismo.
4	X^DX^d	filha (sexo biológico feminino) com visão normal, porém portadora do alelo para daltonismo.
5	X^DY	filho (sexo biológico masculino) com visão normal.
6	X^DX^D	filha (sexo biológico feminino) com visão normal.

Repare que os indivíduos 2 e 4 têm visão normal para cores, mas são portadores do alelo para daltonismo.

ATIVIDADES

NÃO ESCREVA NO LIVRO.

1. Qual é a probabilidade de uma mulher com visão normal e não portadora do alelo para daltonismo, ao se casar com um homem daltônico, ter um filho com o mesmo genótipo do pai para o daltonismo?

2. Para responder às questões a seguir, considere um indivíduo do sexo biológico masculino daltônico.

a) Sabendo que pai e mãe têm visão normal para cores, qual deve ser o genótipo dos progenitores para essa característica? Explique.

b) Qual a probabilidade de esse indivíduo ter uma filha daltônica, ao se casar com uma mulher com visão normal, porém portadora do alelo para o daltonismo?

c) Elabore o heredograma dessa família, incluindo todos os indivíduos citados na atividade.

3. A hemofilia é uma doença hereditária ligada ao cromossomo X. Forme dupla com um colega e, juntos, pesquisem sobre os itens a seguir.

a) Qual é a principal característica da hemofilia?

b) A hemofilia é determinada por alelo dominante ou recessivo?

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

3. a) A hemofilia é caracterizada pela ausência ou deficiência na produção de proteínas que participam da coagulação sanguínea. Pessoas hemofílicas, ao se ferirem, podem ter hemorragias intensas.

b) Recessivo.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

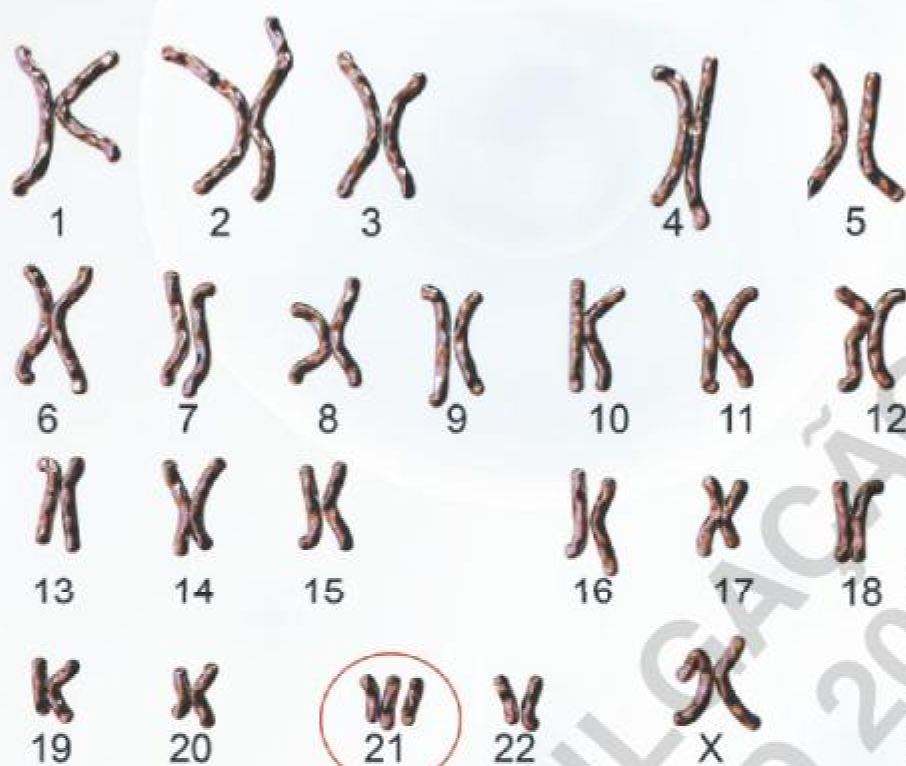
O daltonismo permite desenvolver diversos conteúdos, como genética mendeliana, herança ligada ao sexo, investigação da herança de um caráter na família e construção de heredogramas. Sendo assim, sugerimos propor à turma a atividade sugerida em: <http://livro.pro/yykw6v> (Acesso em: 13 nov. 2018). Trata-se de um teste de daltonismo sugerido como atividade de prática para o trabalho dos conceitos relacionados à hereditariedade, proposta pelo Museu-Escola do Instituto de Biociências da Unesp Botucatu.

Alterações genéticas

Por vezes, na ocasião da divisão celular, ocorrem mutações nos genes ou nos cromossomos. Uma mutação é uma alteração que acontece ao acaso.

As mutações que afetam os genes são chamadas de **mutações gênicas** e podem levar à produção de uma nova proteína ou à deficiência ou ausência na produção de outras. Nem toda mutação gênica é prejudicial e, por vezes, muitas passam despercebidas por não afetar a nossa saúde. Porém, em alguns casos, elas podem afetar diversas funções orgânicas. A anemia falciforme, por exemplo, é uma doença causada por uma mutação gênica. Nela, ocorre a substituição de um aminoácido em uma das cadeias de hemoglobina, o que leva a uma alteração na proteína toda e afeta o formato da hemácia. Os indivíduos com anemia falciforme têm hemácias em forma de foice. As hemácias são células do sangue encarregadas de transportar gás oxigênio para as diversas partes do corpo. Hemácias com formatos alterados têm a função de transporte de gases prejudicada.

As mutações que afetam os cromossomos são chamadas de **mutações cromossômicas**. Esse tipo de alteração pode acometer a estrutura ou o número de cromossomos. A síndrome de Down, por exemplo, é ocasionada pela trissomia do cromossomo 21. Pessoas com síndrome de Down apresentam 47 cromossomos, em vez dos 46, tendo 3 cromossomos 21.



KATERYNA KON/SHUTTERSTOCK.COM

ROST9/SHUTTERSTOCK.COM

Cariótipo de uma pessoa com síndrome de Down com destaque para a trissomia do cromossomo 21. Cariótipo é a representação do conjunto de cromossomos de uma célula.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

que nas alterações cromossômicas também pode haver falta de um cromossomo (e não apenas cromossomos a mais), como na síndrome de Turner (ausência de um cromossomo X). Os indivíduos com essa síndrome apresentam problemas no desenvolvimento dos órgãos genitais, infertilidade e, em alguns casos, retardo mental leve.

Explicar que uma síndrome é caracterizada por um conjunto de sinais e sintomas. Ao falar sobre a síndrome de Down, salientar que essa síndrome é compatível com a vida e as pessoas com Down; se receberem a atenção e os estímulos necessários, podem se desenvolver, estudar, trabalhar e exercer sua cidadania como qualquer outra pessoa sem síndrome. A **atividade 3** da seção **Mergulho no tema** permite ampliar e enriquecer esse assunto.

Explorar o cariótipo de um indivíduo com síndrome de Down. Orientar os alunos a observarem o cromossomo 21 a mais.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Texto: **10 coisas que você precisa saber sobre síndrome de Down**. MOVIMENTO DOWN. Disponível em: <http://livro.pro/teimx8>. Acesso em: 13 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ALTERAÇÕES GENÉTICAS

Explicar que os cromossomos têm formato, tamanho e número constantes entre os indivíduos da mesma espécie. Porém, em algumas situações, esse padrão é alterado.

Nessa página foi apresentado apenas um exemplo de alteração gênica e outro de alteração cromossômica. Ressaltar que existem muitos outros exemplos de alterações genéticas. Algumas alterações gênicas não são prejudiciais ao organismo. Já as alterações cromossômicas podem ter consequências mais sérias, modificando o funcionamento do organismo ou, em alguns casos, causando a morte prematura do indivíduo portador.

As mutações podem atingir cromossomos autossomos e cromossomos sexuais. Explicar

ATIVIDADES

1. a) O cariótipo é de um indivíduo do sexo biológico masculino, pois o cariótipo tem o par de cromossomos sexuais XY.

b) Ele apresenta 47 cromossomos (três cópias do cromossomo 18 em vez de duas).

c) Trata-se da síndrome de Edwards ou trissomia do cromossomo 18. Ela acomete 1 em cada 8 000 nascidos, sendo o sexo feminino mais comumente afetado. A característica mais comum é a manutenção dos punhos cerrados, mas os portadores dessa síndrome podem apresentar diversas outras características, com diferentes graus de comprometimento. Malformações congênitas afetando coração, rins e trato gastrointestinal são comuns.

ATIVIDADES

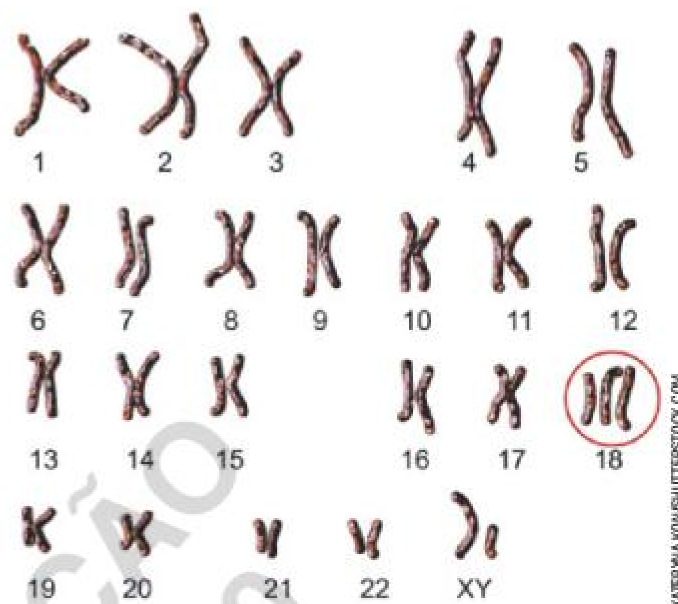
NÃO ESCREVA NO LIVRO.

1. O cariótipo é uma importante ferramenta para o estudo de mutações cromossômicas. Para a montagem dessa representação, os técnicos coletam uma amostra de sangue do paciente, pois precisam dos linfócitos, células sanguíneas que participam da defesa do corpo. Essas células são diploides, ou seja, apresentam os cromossomos aos pares. Inicialmente, é feito um tratamento para estimular a mitose dessas células e é adicionada uma substância para interromper a divisão celular na fase em que se observa a maior condensação dos cromossomos. Depois disso, as células são coradas e analisadas com auxílio de um microscópio com câmera fotográfica acoplada. Os técnicos tiram fotos do conjunto de cromossomos. Essas imagens são impressas e recortadas para montar o cariótipo. Os pares de cromossomos homólogos são organizados considerando sua forma e tamanho.


SPL DC/LATINSTOCK

Cromossomos humanos vistos ao microscópio para a montagem do cariótipo. Microscopia óptica; colorida artificialmente. Ampliação de 2 400 vezes.

Em duplas, analisem o cariótipo a seguir e façam o que se pede.



a) O cariótipo é de um indivíduo do sexo biológico masculino ou feminino? Como vocês descobriram isso?

b) Quantos cromossomos apresenta esse indivíduo?

c) Pesquisem a síndrome apresentada por esse indivíduo visando responder às seguintes questões:

- Qual é o nome da síndrome?
- Com que frequência costuma ocorrer na população?
- Quais são as principais características dos indivíduos com essa síndrome?

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

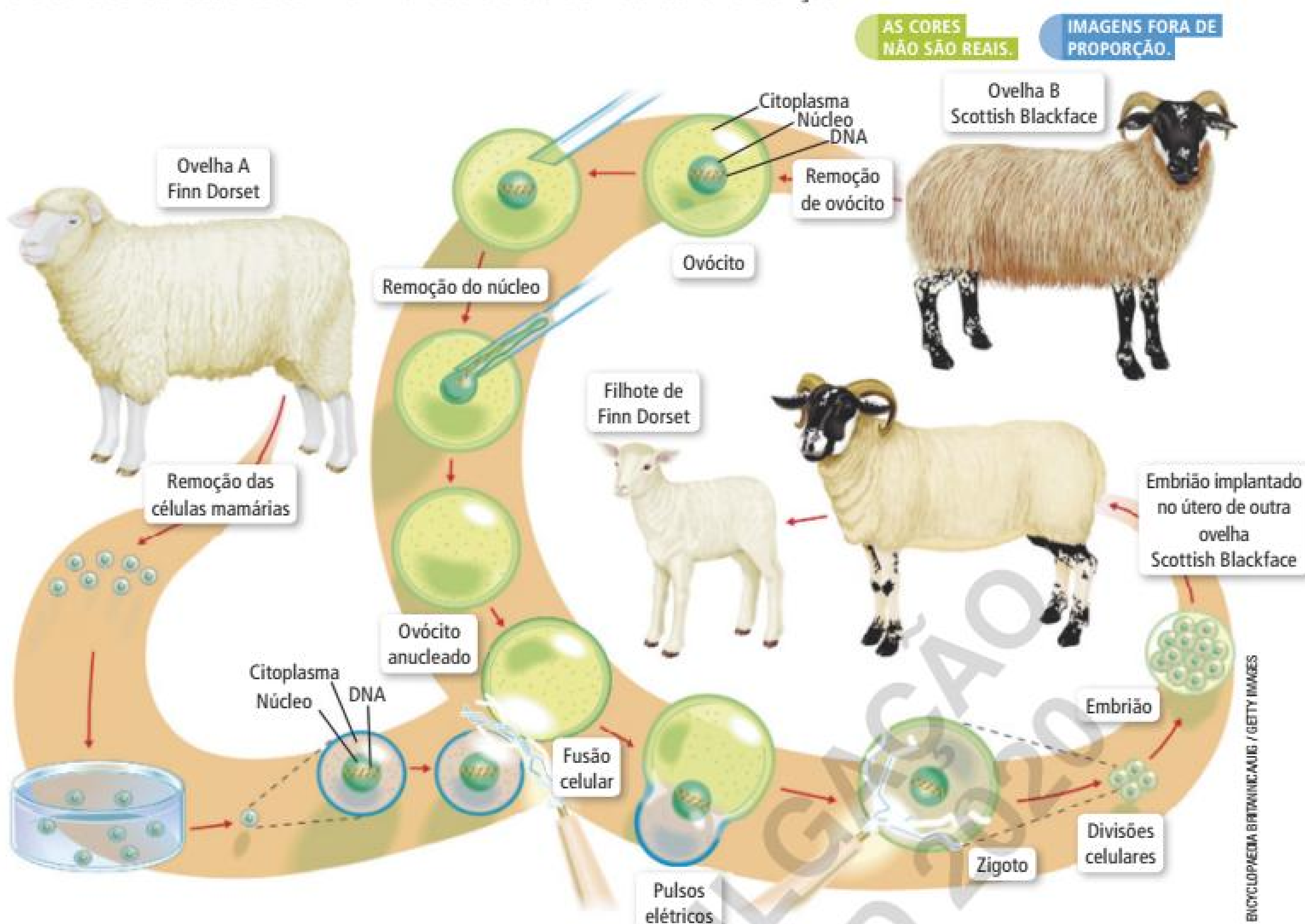
Genética na atualidade

A descoberta das bases da hereditariedade e, anos depois, a elucidação do funcionamento do DNA abriram a possibilidade de manipulação do material genético, copiando, alterando ou até mesmo transferindo genes de um organismo para outro, originando a chamada Engenharia Genética.

Clonagem

A **clonagem** é o processo utilizado para criar uma cópia geneticamente semelhante de uma célula, um tecido ou um organismo. Há dois tipos principais de clonagem: reprodutiva e terapêutica.

A **clonagem reprodutiva** tem a finalidade de originar cópias de um organismo de interesse, como na clonagem de animais de criação ou de plantas com características de valor econômico. A **clonagem terapêutica** tem a finalidade de criar cópias de células ou tecidos com a finalidade de tratar ou curar doenças.



Esquema simplificado do processo de clonagem que resultou na ovelha Dolly.

Elaborado com base em: JUNQUEIRA, L. C; CARNEIRO, J. **Biologia molecular e celular**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. p. 226.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

GENÉTICA NA ATUALIDADE

Nessas páginas são abordados assuntos que fornecem uma pequena amostra do que os conhecimentos sobre hereditariedade e sobre o funcionamento do DNA possibilitaram ao longo do tempo. A **atividade 4** da seção **Mergulho no tema** permite ampliar e enriquecer essa conversa.

Clonagem

Perguntar o que os alunos entendem por clone. Perguntar a eles se a clonagem é uma técnica moderna ou antiga. Conduzir a conversa de modo que os alunos reconheçam que um clone é um indivíduo geneticamente semelhante ao seu progenitor. Sendo assim, na natureza há diversos clones, como os descendentes que se originam a partir da reprodução assexuada. O ser humano também produz clones há muito tempo, como os agricultores que multiplicam plantas por meio da estaquia.

A novidade que a Genética trouxe para a clonagem foi a produção de clones de organismos mais complexos, como a ovelha Dolly ou a bezerra Vitória.

Explorar com os alunos o esquema que mostra o processo de clonagem que resultou na ovelha Dolly. Perguntar por que os cientistas usaram duas raças diferentes de ovelhas e qual foi o grande feito científico nesse processo. Ouvir as ideias dos alunos e, se for o caso, complementar suas respostas, explicando que usar raças diferentes de ovelhas era uma forma de garantir que o clone gerado teria as características da ovelha doadora do núcleo da célula. Ressaltar que o grande feito científico nesse processo foi clonar um mamífero a partir de uma célula somática adulta. Ou seja, o ser humano conseguiu reprogramar células adultas já especializadas e fazê-las readquirir as características de células embrionárias. Comentar que foram feitas 276 tentativas até obter o resultado esperado. Nesse momento, vale ressaltar a persistência como uma das características a ser considerada nas pesquisas científicas.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Texto: **Caso Dolly – Primeiro mamífero clonado**. GOLDIM, José Roberto. Disponível em: <http://livro.pro/nzf5bo>. Acesso em: 13 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Perguntar a opinião dos alunos sobre usar a clonagem para salvar espécies de animais da extinção. Fazer perguntas como: já que é possível clonar mamíferos, podemos não nos preocupar com a extinção de alguns animais, como as onças-pintadas? O conhecimento sobre clonagem substitui outras iniciativas para conservação da biodiversidade? Conduzir a conversa de modo que os alunos reconheçam que ainda há muitas controvérsias e limitações da técnica de clonagem reprodutiva no tocante a conservação. Na seção **Para saber mais: professor**, há um *link* com informações sobre o assunto.

Comentar que a clonagem reprodutiva abriu caminho para a clonagem terapêutica. Sugerir que os alunos pesquisem por que a clonagem terapêutica é um assunto polêmico e avaliem as questões éticas envolvidas tanto na clonagem reprodutiva quanto na clonagem terapêutica. Na seção **Para saber mais: professor**, há *links* sobre o assunto.

Transgenia

Verificar se os alunos compreenderam o que é transgenia e como essa técnica permite a produção de organismos geneticamente modificados (OGM). A principal polêmica em torno dos OGM está relacionada com alimentação humana. Até que ponto os alimentos geneticamente modificados não fazem mal à saúde dos consumidores? E ao ambiente? O cultivo de plantas geneticamente modificadas pode interferir no equilíbrio ambiental? Comentar que técnicas de transgenia estão sendo utilizadas para conter a infestação de mosquitos transmissores de doenças, como o *Aedes aegypti*. Será que isso também pode afetar a saúde do ambiente? Permitir que os alunos conversem sobre o assunto.

Se considerarmos a clonagem reprodutiva, clones de plantas são feitos pelos seres humanos desde o início da agricultura. Com os animais, o primeiro experimento de clonagem bem-sucedido ocorreu em 1952, quando Robert Briggs (1911-1983) e Thomas J. King (1921-2000), dois cientistas estadunidenses, clonaram sapos a partir de células embrionárias.

Porém, o caso de clonagem que teve grande repercussão e motivou diversos outros estudos foi a clonagem da ovelha Dolly, em 1997, feita pelos biólogos Keith Campbell (1954-2012) e Ian Wilmut (1944-).

Dolly foi um clone quase idêntico da ovelha **A**, que cedeu o núcleo de uma de suas células. Quase idêntica porque as características de um indivíduo são o resultado da interação do seu genótipo com o ambiente. Além disso, sabe-se que as mitocôndrias, organelas responsáveis pela respiração celular e produção de energia, também possuem DNA. Dolly foi uma ovelha formada pela interação entre o DNA da ovelha **A**, o DNA das mitocôndrias encontradas no ovócito da ovelha **B**, mais a influência do ambiente onde ela se desenvolveu. Portanto, algumas características de Dolly seriam diferentes daquelas da ovelha **A**.

O primeiro mamífero clonado no Brasil foi a bezerra Vitória, nascida em 2001. A partir daí, com o aperfeiçoamento da técnica, a clonagem reprodutiva de animais aumentou entre os pecuaristas do país. Atualmente, há o projeto de usar técnicas de clonagem para conservar animais silvestres ameaçados de extinção, como a onça-pintada.

A clonagem terapêutica desperta muita polêmica, já que algumas técnicas envolvem a retirada de células de embriões no início de seu desenvolvimento. Esse assunto envolve questões éticas e precisa passar por ampla discussão até que seus limites sejam estabelecidos.

Transgenia

Organismos transgênicos são aqueles que incorporam genes de outra espécie em seu DNA. Esse processo pode ocorrer de forma natural, como acontece com algumas bactérias. No entanto, é a forma artificial de introdução de genes que tem levado à criação de diversos organismos geneticamente modificados (OGMs).



Esquema simplificado da produção de um organismo transgênico.

Fonte: SILVA, F. **5 + 1 impactos positivos que os transgênicos trouxeram para a indústria de alimentos.** Disponível em: <http://gepea.com.br/5-1-impactos-positivos-dos-transgenicos-na-industria/>. Acesso em: 23 out. 2018.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Matéria: Clonagem para salvar espécies ameaçadas? **Carta Capital**, 2014. Disponível em: <http://livro.pro/mz4y5o>. Acesso em: 13 nov. 2018.
- Artigo: Clonagem humana. Varella, Drauzio. **DRAUZIO**, 2011. Disponível em: <http://livro.pro/cuicgr>. Acesso em: 13 nov. 2018.
- Matéria: O que é clonagem terapêutica. **Estadão**, 2004. Disponível em: <http://livro.pro/f6xsvk>. Acesso em: 13 nov. 2018.

Um exemplo de transgenia é o cultivo de bactérias geneticamente modificadas para a produção de insulina. O gene responsável pela produção de insulina foi isolado do DNA humano e transferido para bactérias, que passaram a funcionar como verdadeiras fábricas de insulina. A insulina é processada e purificada, e usada no tratamento de pessoas diabéticas.

Outro exemplo é a introdução de genes que conferem resistência a determinadas condições ambientais em plantas de interesse econômico, como milho e soja, aumentando, assim, a produtividade desses cultivos.

A utilização de OGMs na alimentação humana é um assunto polêmico, que divide opiniões de pesquisadores e da sociedade em geral.

ATIVIDADES

NÃO ESCREVA NO LIVRO.

1. **A reprodução assexuada realizada por muitos organismos, como as bactérias, pode ser considerada uma forma natural de clonagem? Explique.**

2. **Gêmeos monozigóticos podem ser considerados exemplos de clones? Explique.**



SARAH WOLFEPHOTOGRAPHY/GETTY IMAGES

Gêmeos monozigóticos.

3. **Leia a tirinha a seguir. Depois, responda às questões.**



FERNANDO GONSALES

a) **A que técnica de manipulação genética a tirinha se refere?**

b) **Por que no último quadrinho, o Centauro diz que acabou a poesia?**

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ATIVIDADES

1. Sim, já que nesse tipo de reprodução são produzidos organismos geneticamente muito semelhantes ao progenitor.

2. Sim, pois eles são formados a partir da fecundação de um ovócito por um espermatozoide, ou seja, têm o mesmo DNA. Algumas pequenas diferenças podem ser decorrentes da interação com o ambiente.

3. a) À transgenia.

b) Porque os centauros, criaturas metade cavalo, metade ser humano, são seres mitológicos.

4. a) Não. A troca de pedaços de DNA entre plantas pode acontecer de forma natural. Isso foi comprovado em plantas enxertadas. A troca também pode acontecer pelo contato natural entre raízes e caules.

b) Porque elas trocam material genético com outras bactérias com relativa facilidade. Explicar que as bactérias podem ter o seu material genético modificado pela transformação (incorporação de material genético que está livre no meio, geralmente decorrente de lise celular), transdução (transferência de material genético mediada por bacteriófago) e conjugação (transferência de material genético de uma bactéria para outra, envolvendo contato entre as duas células).

c) Resposta pessoal. Os alimentos transgênicos são um assunto polêmico e controverso.

5. A ideia é que os alunos argumentem defendendo a posição do grupo, independentemente da sua opinião pessoal. Alguns argumentos que podem ser usados a favor dos OGM: redução do uso de agrotóxico (já que os OGM podem ter um gene de resistência às pragas; logo não precisa do uso do agrotóxico); produção de alimentos mais nutritivos; redução dos custos na produção, o que deixaria o alimento mais barato e acessível à população; falta de informações que comprovem que os OGM fazem mal à saúde do consumidor e do ambiente. Alguns argumentos que podem ser usados contra os OGM: não há estudos suficientes que garantam que os OGM não façam mal à saúde das pessoas e do ambiente; OGM poderiam interferir no equilíbrio dos ecossistemas; dependência do produtor à empresa que produz os OGM. Na seção **Para saber mais: professor**, há *links* sobre o assunto. Se julgar oportuno, compartilhá-lo com os alunos.

4. Leia a reportagem a seguir. Depois, faça o que se pede.

Plantas fazem 'transgênico natural', mostra estudo alemão

Enxertos, prática comum na agricultura, levam a trocas de DNA. Importância evolutiva do fenômeno ainda não está totalmente clara.

Quem vê a transferência de DNA de uma espécie para outra – criando os famigerados transgênicos – como um fenômeno totalmente artificial precisa rever logo seus conceitos. Um pesquisador alemão está mostrando que, em plantas, a passagem de material genético de um indivíduo para outro e de uma espécie para outra pode acontecer de forma impressionantemente natural. O fenômeno parece estar presente em enxertos – uma técnica agrícola com milhares de anos de idade – e, provavelmente, no contato natural entre as raízes ou caules de vegetais.

"É claramente algo que borra a fronteira entre a engenharia genética e a natureza", afirma o responsável pela pesquisa, Ralph Bock, do Instituto Max Planck de Fisiologia Molecular Vegetal, na Alemanha. [...]

A transferência de genes de uma espécie para outra é comum entre bactérias, certamente os microrganismos mais promíscuos do planeta quando se trata de trocas de DNA. Acreditava-se que esse processo era bem mais raro entre os eucariontes, grupo dos seres vivos com organização celular complexa que inclui as plantas e os animais. No entanto, ao menos no caso dos vegetais, Bock está mostrando que as células eucarióticas também podem "vazar genes", como ele diz.

[...]

LOPES, R. J. Plantas fazem 'transgênico natural', mostra estudo alemão. **G1**. Disponível em: <http://g1.globo.com/Noticias/Ciencia/0,,MUL765705-5603,00-PLANTAS+FAZEM+TRANSGENICO+NATURAL+MOSTRA+ESTUDO+ALEMAO.html>. Acesso em: 25 set. 2018.

a) De acordo com a reportagem, as plantas transgênicas são produzidas apenas pela manipulação humana? Explique.

b) Por que o pesquisador chama as bactérias de seres promíscuos?

c) Na sua opinião, a pesquisa relatada na reportagem pode mudar a forma como a população encara os alimentos transgênicos? Comente sua resposta.

5. Seguindo a orientação do professor, formem dois grupos. Um grupo será a favor dos alimentos transgênicos e o outro, contra. No dia combinado, debatam sobre o assunto e defendam o ponto de vista do seu grupo, argumentando de maneira crítica e com base em dados de fontes confiáveis. Para isso, com os colegas do seu grupo, busque mais informações sobre os OGMs, pesquisando quais são os principais argumentos usados por quem se opõe a esses organismos e quem os defende, sobre a produção de alimentos transgênicos no Brasil, as regulamentações e os motivos para esse tipo de alimento dividir opiniões de consumidores, pesquisadores e profissionais da saúde.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Texto: **Segurança alimentar**. PORTAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR. Disponível em: <http://livro.pro/9f6ag2>. Acesso em: 13 nov. 2018.
- Texto: **Transgênicos: pesquisadores expõem argumentos e esclarecem dúvidas de procuradores sobre o assunto**. BRASIL. Ministério Público Federal. Disponível em: <http://livro.pro/hmpffg>. Acesso em: 13 nov. 2018.

MERGULHO NO TEMA

1. Construção de heredograma

Pesquisa de campo e construção de heredograma


HERB KLEIN/SHUTTERSTOCK.COM

A presença de covinhas no rosto é uma característica hereditária.

Nesta atividade, você e seus colegas vão analisar como uma característica facilmente observável é transmitida.

A característica em questão é a presença de covinhas no rosto. Essa característica, embora seja charmosa, é uma alteração no desenvolvimento do tecido conjuntivo que fica sob a pele. Isso mostra que nem toda alteração é ruim. Do ponto de vista anatômico, as pessoas têm covinhas porque o tecido fibroso adere entre a pele e os músculos da face. A pele é "repuxada", causando uma pequena depressão no rosto. Ao sorrir, o músculo da face se estende, puxando as camadas superiores da pele para dentro. Então, a presença ou ausência dessa característica pode ser mais facilmente percebida quando a pessoa sorri.

• Material

- Lápis
- Caderno
- Câmera fotográfica (opcional)
- Cartolina

• Procedimento

1. Observe os membros da sua família ou de uma família conhecida: avós, pais, tios, irmãos e primos. É importante que eles sejam parte da família biológica. Observe quem tem covinhas no rosto e quem não tem essa característica. Se não for possível encontrar pessoalmente com o familiar, pode-se observar a presença ou ausência dessa característica em fotos.
2. No caderno, anote o nome, o sexo biológico da pessoa, o grau de parentesco e a presença ou ausência da característica. Se for possível, tire uma foto de cada familiar.
3. Depois de observar os familiares, monte o heredograma na cartolina.

REFLEXÕES

1. **Pelo heredograma elaborado por você, é possível avaliar se essa característica é relacionada ao sexo? Explique.**

2. **Na sua família há mais pessoas com ou sem covinhas no rosto?**

3. **Analisando os dados, essa característica é condicionada por um alelo recessivo ou dominante? Justifique.**

4. **Considere um casal da família analisada e avalie a probabilidade de esse casal ter um filho com a característica "covinhas no rosto".**

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

CONSTRUÇÃO DE HEREDOGRAMA

Essa atividade permite retomar com os alunos o que é heredograma e como essa representação gráfica deve ser construída. Aproveitar para comentar que nem toda alteração genética é ruim ou causa danos ao organismo. Há alterações que são benéficas, concedendo alguma vantagem para o organismo; outras são neutras, não beneficiando nem prejudicando o organismo. As covinhas no rosto podem ser consideradas um "defeito", mas para muitos são bastante charmosas. Se julgar oportuno, comentar que há pessoas que gostam tanto das covinhas no rosto que procuram cirurgiões plásticos para obterem artificialmente essa característica.

Atividades como esta costumam motivar os alunos, uma vez que eles se colocam no papel de pesquisador. Recomendamos ajudá-los na montagem e na análise dos heredogramas. É importante que os alunos reconheçam que a característica "covinha no rosto" é um caráter dominante e não tem relação com o sexo biológico do indivíduo.

Reflexões

1. Esta característica não é relacionada ao sexo. Espera-se que os alunos percebam que há indivíduos masculinos e femininos com covinhas no rosto e que esta característica se manifesta em ambos os sexos em frequência semelhante.

2. Resposta pessoal.

3. Característica condicionada por um alelo dominante. Geralmente quando um ou ambos os progenitores têm covinhas no rosto, os descendentes também têm.

4. Resposta pessoal. Avaliar se os alunos atribuíram corretamente os genótipos e respectivos fenótipos ao casal em questão e fizeram as combinações genéticas adequadas. Avaliar também se a simbologia usada na construção de heredogramas foi utilizada pelos alunos tal qual apresentado a eles.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

CONHECENDO O DNA

Atividades práticas costumam despertar o interesse dos alunos. Contudo, essa atividade pode trazer certo desapontamento, pois a observação do DNA ao microscópio óptico não permitirá a visualização de detalhes, como os apresentados comumente nas representações esquemáticas dessa molécula. Assim, para evitar tal decepção, sugerimos, antes da observação microscópica, perguntar o que os alunos pensam que vão conseguir visualizar ao microscópio. Explicar que o microscópio óptico não tem o poder de ampliação tão grande quanto o que seria necessário para a visualização de maior detalhes da molécula de DNA. Mas, mesmo com essa limitação, a atividade auxilia que os alunos compreendam alguns conceitos apresentados na Unidade de forma mais concreta, o que enriquece e coopera para o processo de ensino e aprendizagem.

Pode ser que algum aluno se espante com o fato de seu material genético ser 50% semelhante ao de uma banana. Nesse momento, vale comentar que seres humanos e chimpanzés compartilham cerca de 98,8% do material genético, e as diferenças entre essas duas espécies estão basicamente no 1,2% restante do DNA. Isso significa que pequenas diferenças genéticas resultam em enormes diferenças morfofisiológicas.

2. Conhecendo o DNA

Atividade prática e pesquisa

Nesta atividade, você e seus colegas vão extrair o DNA de banana. Todas as formas de vida no planeta evoluíram a partir do primeiro ser vivo e, por isso, compartilham, ao menos uma porcentagem, seus genes originais. Isso explica porque nosso DNA é 90% igual ao de um gato, 80% igual ao de uma vaca, 75% igual ao de um rato, 60% igual ao de uma mosca-de-frutas e 50% igual ao de uma banana.

• Material

- 1 saco plástico com fecho hermético
- 1 banana
- Água mineral
- 1 peneira (de trama fina)
- 1 copo
- 1 tubo de ensaio
- 1 bastão de vidro ou um palito de madeira
- Álcool etílico (99,5°) gelado (a 10 °C)
- 1 conta-gotas
- 1 conjunto formado por lâmina e lamínula
- Microscópio óptico
- 10 mL de solução extratora de DNA (feita a partir da mistura de 50 mL de detergente líquido, duas colheres de sal e 900 mL de água).

OBSERVAÇÃO: O professor fará a solução extratora de DNA, a qual será usada por todos os grupos.

• Procedimento

Forme grupos de acordo com as instruções do professor.

1. Descasquem e piquem a banana em pedaços pequenos. Coloquem os pedaços dentro do saco plástico, fechem-no e esmaguem os pedaços da fruta usando as mãos até virarem um purê homogêneo. Cuidado para não rasgar o saco. Se for preciso, coloquem um pouco de água mineral (cerca de 2 colheres) no saco para ajudar a formar o purê.
2. Coloquem o copo embaixo da peneira e despejem nela o purê, para recolher o caldo que sairá da banana amassada. Usando uma colher, pressionem levemente o purê contra a peneira para agilizar a obtenção do caldo.
3. Recolham cerca de 10 mL de caldo da banana em um tubo de ensaio e acrescentem 10 mL da solução extratora de DNA. Movimentem o tubo suavemente para misturar o caldo com a solução extratora.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Perguntar aos alunos o motivo de ter que amassar a banana para fazer o experimento. Permitir que eles deem suas opiniões. Explicar que, ao amassar a banana, as suas células são rompidas, o que facilita a extração do DNA do núcleo celular.

O fato de a banana apresentar uma alta quantidade de pectina (polissacarídeo presente nas paredes celulares das células vegetais) pode dificultar a correta identificação do DNA. Sendo assim, ao final da 1ª etapa dos procedimentos, recomendamos retirar com uma pipeta Pasteur a camada de pectina que está em meio ao purê de banana. Ela se apresenta com uma consistência de geleia e cheia de bolhas.

4. Adicionem o álcool gelado à mistura do tubo de ensaio com cuidado, deixando-o escorrer pelas bordas do tubo, lentamente. A quantidade de álcool deve ser mais ou menos a mesma quantidade do líquido que está no tubo (cerca de 20 mL). A mistura do tubo deve se dividir em duas fases.

5. Coloquem o bastão de madeira ou de vidro dentro do tubo, até a solução mais turva, que contém as moléculas de DNA. Vocês vão perceber que os filetes presentes no líquido se aglutinam em volta do bastão. Coletem um desses filetes com o bastão.

6. Coloquem o filete em uma lâmina, pinguem uma gota de solução extratora de DNA, cubram a lâmina com a lamínula e observem ao microscópio.

REFLEXÕES

1. Pesquisem em livros, revistas ou na internet para responder aos itens a seguir.

a) Qual a função do detergente presente na solução extratora?

b) Para que serve o sal presente na solução extratora?

c) Qual é a função do álcool?

2. Façam um desenho do que vocês observaram ao microscópio.

3. Busquem em livros e na internet um esquema da molécula de DNA. O material observado por vocês ao microscópio é parecido com o esquema do DNA? Expliquem o motivo da semelhança ou da diferença.

4. Pesquisem em livros, revistas ou na internet quem descreveu a estrutura da molécula de DNA e por que foi importante desvendar a maneira como essa molécula se duplicava para compreender de fato como ocorre a transmissão das características hereditárias.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

VS148/SHUTTERSTOCK.COM

4. A estrutura do DNA foi descrita em 1953 por James Watson e Francis Crick. Esses pesquisadores se valeram de imagens de raios X feitas por Rosalind Frank para propor a forma da molécula do DNA. Segundo eles, a molécula de DNA é helicoidal, em forma de dupla hélice, apresentando duas fitas enroladas ao longo de um eixo. Cada fita é composta de uma sequência linear de nucleotídeos. Cada nucleotídeo é formado por um açúcar (desoxirribose), um fosfato e uma base nitrogenada (timina, adenina, citosina ou guanina). As duas fitas dispõem-se de modo complementar. A timina se emparelha com a adenina; a citosina se emparelha com a guanina. As bases são ligadas por ligações de hidrogênio.

Watson e Crick propuseram que, antes da duplicação, as duas fitas se abriam, sendo que uma delas serviria de molde para a produção de uma cadeia complementar. De acordo com essa explicação, ao final do processo, a nova molécula de DNA é formada por uma fita nova e outra antiga, por isso a duplicação é chamada de semiconservativa.

Reflexões

1. a) O detergente ajuda a romper as membranas das células, já que elas são formadas por lipídios.

b) Os íons de sódio (Na^+) neutralizam a carga negativa do DNA, proporcionando um ambiente favorável à extração do DNA.

c) O DNA é insolúvel em álcool, logo ele se separa da solução.

2. Resposta pessoal. Não é esperado que os alunos visualizem a molécula de DNA em detalhes. Para tanto, seria necessário o uso de microscópios mais potentes.

3. Espera-se que os alunos tenham encontrado um esquema muito mais detalhado do que a estrutura observada ao microscópio óptico, pois esse equipamento não tem a capacidade de ampliação suficiente para observar estruturas moleculares.



Os atores Ariel Goldenberg, Rita Pokk e Breno Viola têm síndrome de Down e foram protagonistas do filme **Colegas**.

3. O cromossomo 21

Roda de conversa

A síndrome de Down é caracterizada pela trissomia do cromossomo 21, ou seja, os indivíduos têm três cromossomos 21, em vez de dois, totalizando 47 cromossomos em suas células.

As pessoas com a trissomia do cromossomo 21 apresentam algumas características próprias da síndrome, como olhos oblíquos, mãos curtas e largas e hálux (dedão do pé) bem separado dos outros dedos. Porém, assim como qualquer outra pessoa, os indivíduos com síndrome de Down têm direito de estudar, trabalhar, relacionar-se, divertir-se, enfim, viver de forma plena.

O dia 21 de março é o Dia Internacional da síndrome de Down. A data tem o objetivo de conscientizar as pessoas sobre a importância da luta pelos direitos igualitários, do bem-estar e da inclusão das pessoas com Down na sociedade.

REFLEXÕES

1. Sentem-se em roda e conversem sobre os itens propostos. O professor, ao longo da conversa, vai citar algumas situações reais para ajudá-los a desenvolver a reflexão sobre as afirmações a seguir.

a) Pessoas – com ou sem síndromes – apresentam limitações e habilidades.

b) Pessoas – com ou sem síndromes – têm direito de estudar.

c) Pessoas – com ou sem síndromes – têm direito de trabalhar e exercer diferentes funções no mercado de trabalho.

d) Pessoas – com ou sem síndromes – devem ser respeitadas.

e) Pessoas – com ou sem síndromes – devem respeitar as outras pessoas.

2. Exponham suas ideias e, se possível, convidem um(a) amigo(a) com síndrome de Down para conversar sobre os itens e apresentar o ponto de vista dele(a), contando para a turma como é o seu dia a dia, o que ele/ela mais gosta de fazer e o que o(a) deixa profundamente chateado(a).

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

O CROMOSSOMO 21

O principal objetivo desta atividade é promover uma conversa sobre inclusão. A síndrome de Down foi usada como mote, mas é possível abordar outros exemplos que exijam uma reflexão dos alunos, de modo que eles reconheçam o valor da empatia e do respeito, cooperando para a formação de uma sociedade inclusiva, justa e igualitária para todos. A atividade permite ainda uma conversa sobre capacitismo, que é uma forma de discriminação que atinge pessoas com alguma deficiência. O capacitismo consiste em considerar a pessoa incapaz e inferior em razão de sua deficiência, excluindo-a de determinados grupos ou submetendo-a a um tratamento diferenciado. Se a conversa enveredar por esse caminho, ressaltar que todos nós temos as próprias limitações e habilidades. Dessa forma, o capacitismo seria mais uma forma de preconceito e discriminação sem sentido.

Reflexões

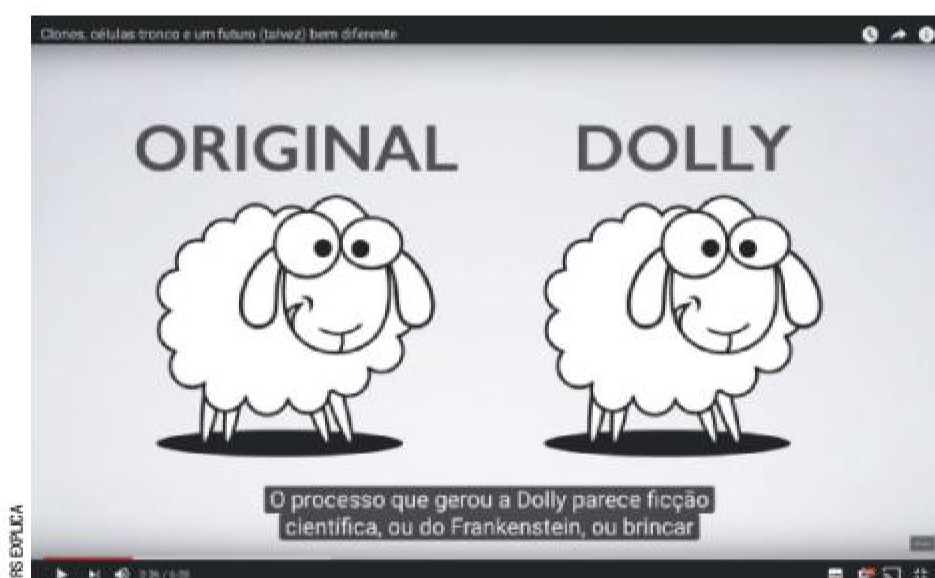
1. As afirmações desta atividade poderão ser trabalhadas com a turma a partir de contextos práticos e reais para que os alunos possam atribuir um sentido e um significado concreto aos conceitos abordados. Para que estas afirmações possam ser mais bem exploradas na roda de conversa, é possível relacioná-las (algumas delas pelo menos) a situações concretas do cotidiano. Isto demandará do professor a separação de materiais adicionais para serem trabalhados neste exercício (reportagens, vídeos, imagens etc.). Por exemplo: a afirmação do item A poderia ser contextualizada trazendo exemplos de pessoas com síndrome de Down que desenvolveram certas habilidades e hoje são realizadas e inseridas na sociedade em razão disso. Pode-se trabalhar aqui a inserção do portador da síndrome de Down no mundo das artes, do esporte, da culinária etc., como é o caso dos jovens representados na imagem, os quais foram prestigiados e premiados pela atuação no filme *Colegas*. As afirmativas B e C podem ser exemplificadas com a história de vida de um portador de síndrome de Down que estudou e hoje atua no mercado de trabalho, e assim por diante.

2. O importante é que os alunos reconheçam que todo ser humano é único. Todos merecem respeito. Todos têm direitos e deveres. Todos apresentam habilidades e limitações. Incentivar a empatia e a troca de ideias entre eles.

4. O futuro como será?

Análise de vídeo

Com seus colegas, assista ao vídeo **Clones, células-tronco e um futuro (talvez) bem diferente**, disponível em: <http://livro.pro/kjrev5> (acesso em: 10 set. 2018). O vídeo aborda diversas questões sobre o avanço dos conhecimentos e das técnicas de manipulação do material genético, que são, ao mesmo tempo, bastante delicadas e interessantes.



BRS EXPLICA

Reprodução de cena do vídeo **Clones, células--tronco e um futuro (talvez) bem diferente**.

REFLEXÕES

1. Clones são feitos apenas em laboratórios, utilizando avançadas técnicas de manipulação de material genético?
2. Se cientistas já clonavam organismos simples desde 1950 a partir de células embrionárias, qual foi o fato que tornou a ovelha Dolly o clone mais famoso do século XX?
3. O que você pensa sobre a clonagem de animais de estimação?
4. De acordo com o vídeo, a compreensão da técnica de clonagem vai além de clonar plantas e animais, servindo para curar doenças até então consideradas incuráveis. Qual sua opinião sobre a clonagem terapêutica?
5. Qual foi o feito dos cientistas Shnya Yamanaka e John Gurdon que lhes rendeu o prêmio Nobel de Medicina em 2012?
6. Qual foi o fato relatado no vídeo que mais lhe chamou a atenção? Explique o motivo.
7. O que você acha que vai demorar mais: os testes em humanos ou a aprovação de leis que regulamentam a manipulação do material genético? Explique.
8. No vídeo há uma pergunta final: "O que faz você ser você?". Para respondê-la, considere o fato de você compartilhar grande parte do seu material genético com outras pessoas e demais seres vivos e, ao mesmo tempo, ser um ser único, com características e comportamentos exclusivamente seus.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

O FUTURO COMO SERÁ?

Manipulação do material genético, clonagem, transgenia e células-tronco são assuntos que costumam despertar a curiosidade das pessoas. O vídeo resume e sistematiza diversos conceitos apresentados na Unidade, aproximando os assuntos dos alunos e propondo que eles reflitam sobre as implicações éticas, religiosas, legais e morais envolvidas na construção dos conhecimentos científicos. Essa abordagem pode render uma rica conversa em sala de aula. Permitir que os alunos exponham suas ideias e compartilhem suas dúvidas.

Reflexões

1. Não. Clones de plantas, por exemplo, são feitos há muito tempo na agricultura.

2. O fato de ela ter sido o primeiro mamífero clonado a partir de uma célula somática (adulta).

3. Resposta pessoal. Permitir que os alunos expressem suas ideias livremente. Perguntar: será que o animal clonado será idêntico ao animal que morreu? Ele apresentará os mesmos comportamentos? Gostará das mesmas brincadeiras? Aproveitar para rever os conceitos de fenótipo e genótipo, ressaltando que o ambiente ou meio onde o ser vivo se desenvolve tem influência sobre algumas de suas características.

4. Resposta pessoal. Propor uma conversa sobre ética na Ciência. Se julgar necessário, pedir que os alunos pesquisem o assunto para terem mais informações e poderem apresentar os seus pontos de vista de forma crítica e argumentativa.

5. A conversão de célula adulta em célula genérica, ou seja, não diferenciada e com características de células embrionárias. Assim, eles eliminaram uma questão ética importante que limitava o uso de células embrionárias.

6. Resposta pessoal. Permitir que os alunos expressem suas ideias livremente.

7. Resposta pessoal. Promover uma conversa sobre as diversas questões envolvidas para aprovar ou não uma lei.

8. Resposta pessoal. Permitir que os alunos expressem suas ideias livremente.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

OUTROS TIPOS DE HERANÇA

A intenção desta atividade é propor uma reflexão sobre nossas heranças genética e cultural. Ressaltar que, do ponto de vista genético, não há razões para dividir a população brasileira de acordo com sua cor de pele, já que no nosso material genético há traços africanos, europeus e indígenas. Ressaltar que essa informação põe fim a qualquer tipo de preconceito. Mais uma vez, vale ressaltar que os preconceitos são aprendidos socialmente e cabe a cada um de nós romper com muitos deles, ajudando a construir uma sociedade mais igualitária e justa.

Uma forma de enriquecer a atividade é propor que os alunos assistam a um dos vídeos propostos na seção **Para saber mais: professor**. Um deles mostra o encontro de brasileiros com seus ancestrais africanos e o outro mostra que somos todos aparentados, de uma forma ou de outra, não havendo motivos para termos preconceitos raciais, ou não gostarmos de determinado povo, país ou cultura. Os vídeos podem render uma conversa bastante rica com os alunos, abordando os extremismos raciais, culturais, religiosos e políticos.

5. Outros tipos de herança

Pesquisa e roda de conversa

Diversos pesquisadores se dedicaram a estudar a genética da população brasileira e, desses estudos, é possível destacar dois pontos principais:

1. O nível de mistura gênica do povo brasileiro é muito maior do que se imaginava.
2. Não é possível correlacionar a cor de pele com a ancestralidade.

Com isso, os pesquisadores concluíram que: independentemente da cor da pele, a maioria dos brasileiros tem um grau significativo de ancestralidade africana; independentemente da cor da pele, a maioria dos brasileiros tem um grau significativo de ancestralidade europeia; independentemente da cor da pele, uma grande porção dos brasileiros tem um grau significativo de ancestralidade indígena.

A população brasileira é resultado da interação entre diversos povos, principalmente europeus, africanos e indígenas. Por isso somos um povo tão heterogêneo e diversificado.

Além da herança biológica, marcada no nosso DNA, há a herança cultural dos povos que ajudaram a compor a nossa população. Nessa atividade, você e seus colegas serão convidados a conhecer um pouco mais essas heranças.



Operários, obra de Tarsila do Amaral, pintada em 1933.

• Procedimento

1. Forme grupo de acordo com as instruções do professor.
2. Cada grupo será responsável por pesquisar um dos temas a seguir.
   a) Influência indígena na cultura brasileira.
   b) Influência europeia na cultura brasileira.
   c) Influência africana na cultura brasileira.

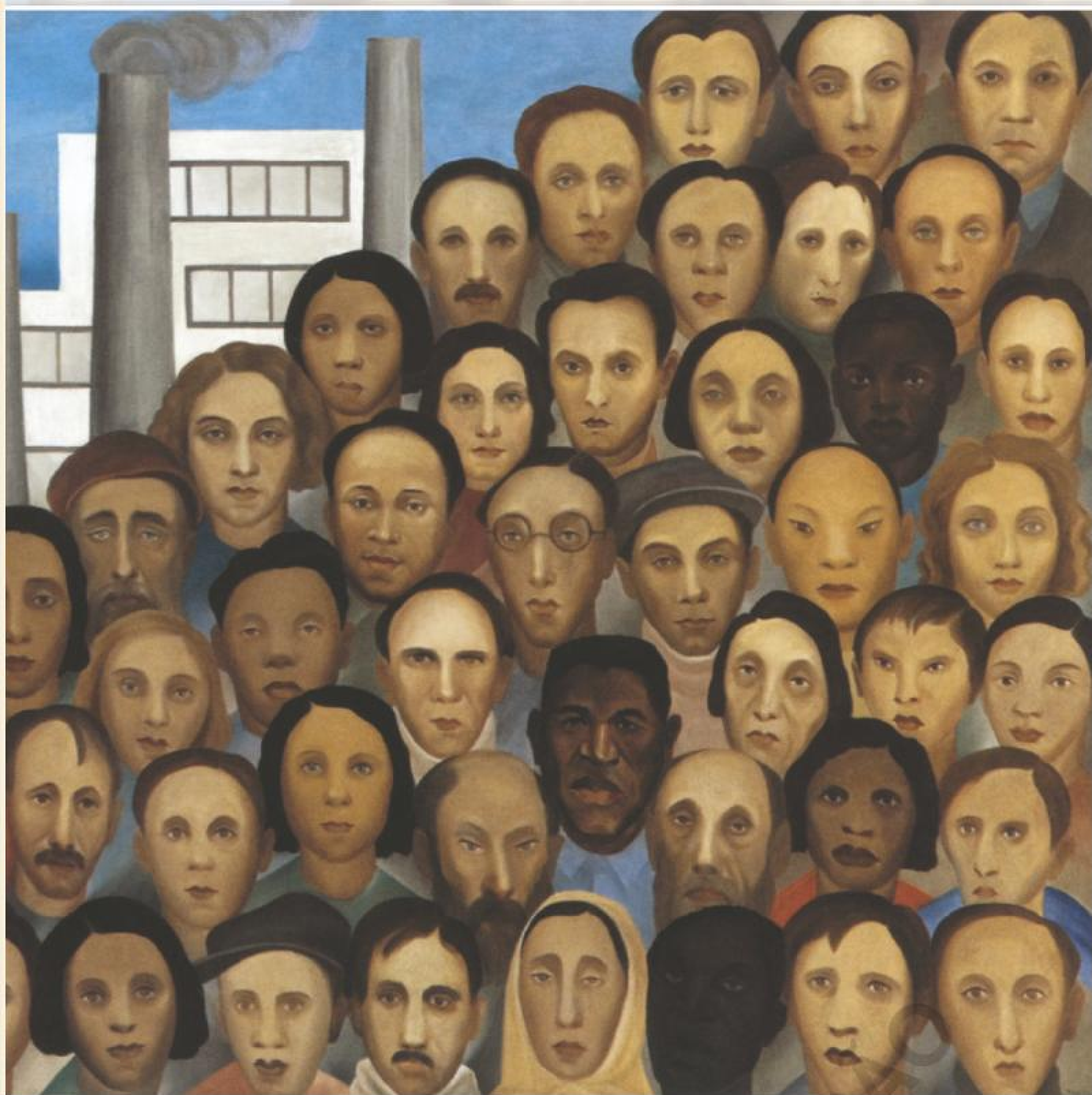
A influência de outros povos na nossa cultura pode ser percebida na música, na culinária, na língua, nas festividades e em diversos outros aspectos.

3. No dia combinado pelo professor, apresente os resultados da pesquisa feita pelo seu grupo e assista à apresentação dos outros grupos. Anote as informações que julgar interessantes. Depois, com todos os colegas da classe, converse sobre os itens a seguir.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Vídeo: **Brasileiros conhecem ancestrais africanos a partir de teste de DNA**. Produzido por: Fantástico. Brasil, 2016. Disponível em: <http://livro.pro/x3cmdh>. Acesso em: 13 nov. 2018.
- Vídeos: **The DNA Journey**. Produzido por: Momondo. Dinamarca. Disponível em: <http://livro.pro/noitxv>. Acesso em: 13 nov. 2018.



ACERVO ARTÍSTICO-CULTURAL DOS PALÁCIOS DO GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, PALÁCIO BOA VISTA, CAMPOS DO JORDÃO, SP/© TARSILA DO AMARAL EMPREENDIMENTOS

REFLEXÕES

1. Que costumes da sua família são originados ou têm influência das culturas indígena, africana e europeia?
2. O que você achou de ter seu DNA composto de material genético de indígenas, africanos e europeus?
3. O que você pensa a respeito de preconceitos baseados na cor da pele? Esse tipo de preconceito faz sentido?

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Reflexões

1. Comentar que, além da ancestralidade indígena, africana e europeia, a população brasileira também contou com a miscigenação e interação com outros povos, como os asiáticos, o que pode ser percebido não apenas nos traços físicos mas também em diversos aspectos culturais.

2. Se julgar oportuno, solicitar uma pesquisa adicional para que cada aluno busque informações sobre as origens de suas famílias; assim eles poderão trabalhar esta temática considerando o contexto de formação e as origens de suas próprias raízes, situando suas histórias neste processo, enriquecendo a reflexão sobre o assunto. Essa questão deve ser trabalhada de forma bem aberta e inclusiva, observando os resultados das pesquisas de cada aluno, para que todos possam se sentir contemplados nesta dinâmica.

3. A intenção é conduzir uma conversa de modo que os alunos percebam que o DNA da maioria dos brasileiros mostra ancestralidade africana, indígena e europeia, o que indica que somos um povo diverso e heterogêneo, não fazendo sentido sermos classificados de acordo com a cor da nossa pele. Permitir que os alunos expressem suas opiniões, favorecendo o diálogo e o respeito aos colegas com pontos de vistas diferentes. É importante esclarecer que o preconceito é aprendido. E, dessa forma, podemos escolher as nossas atitudes em relação às outras pessoas. Em sala de aula e na escola, atitudes preconceituosas devem ser evitadas e desencorajadas. O respeito é um valor que deve ser ensinado e praticado.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

MAIS

Mendel e a invasão dos transgênicos. A leitura desse livro pode ser sugerida ao final do estudo da Unidade, como forma de os alunos sistematizarem os conceitos de genética apresentados. Nesse caso, combinar um prazo no qual os alunos devem ler o livro e uma data para conversarem sobre a leitura com toda a classe.

Gattaca. A ficção científica costuma despertar a curiosidade dos alunos. Se possível, propor a exibição do filme para toda a classe, propondo uma conversa sobre o que pode se tornar real num futuro próximo e o que eles consideram que nunca irá acontecer. Permitir que eles falem suas impressões sobre o filme.

Micro&gene – Instituto de Biociências e Instituto de Ciências Médicas da USP. Explorar algumas das atividades presentes nessa página pode ser uma maneira interessante de motivar os alunos para o estudo dos conceitos apresentados na Unidade.

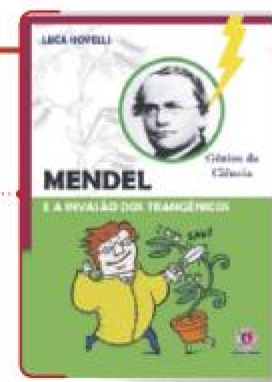
Conselho de Informações sobre Biotecnologia. Nessa página há diversas informações que podem ajudar os alunos em suas pesquisas, principalmente aquelas relacionadas com a ética em Genética.

MAIS

LIVRO

- **Mendel e a invasão dos transgênicos**
  Lucca Novelli. Editora Ciranda Cultural, 2008.

Esse livro aborda como Mendel desvendou as leis fundamentais da vida e como isso tem consequências inimagináveis. Trata de assuntos científicos de maneira leve, ajudando na compreensão de diversos conceitos de Genética.

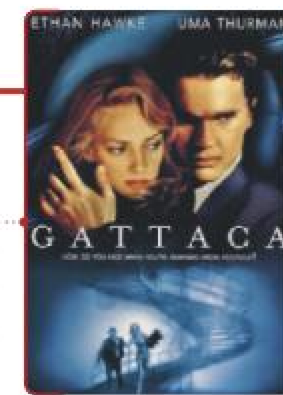


EDITORA CIRANDA CULTURAL

FILME

- **Gattaca**
  Direção de Andrew Niccol, 1997.

Em um futuro no qual os seres humanos são criados geneticamente em laboratórios, as pessoas concebidas biologicamente são consideradas “inválidas”. Vincent Freeman, um “inválido”, consegue um lugar de destaque em uma corporação, escondendo sua verdadeira origem.



FILME DE ANDREW NICCOL. GATTACA. EUA, 1997

SITES

- **Micro&gene – Instituto de Biociências e Instituto de Ciências Biomédicas da USP**

Nesse endereço há diversas atividades interativas, que ajudam a compreender conceitos científicos. Disponível em: <http://livro.pro/k5t73p>. Acesso em: 10 out. 2018.


INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS DA USP E INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS DA USP



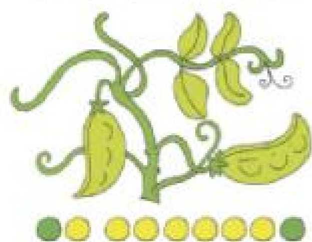
WWW.CIB.ORG.BR

- **Conselho de Informações sobre Biotecnologia**

Notícias, infográficos, artigos e *podcasts* sobre biotecnologia. Disponível em: <http://livro.pro/sugcdq>. Acesso em: 10 out. 2018.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

FIM DE PAPO





MARCOS GUILHERME

1. Retome suas respostas às questões da abertura da Unidade.

- Você alteraria alguma das suas respostas? Se sim, como e por quê?

2. Usando as palavras do quadro, responda à seguinte questão:

- Por que somos parecidos com nossos pais biológicos?

hereditariedade	genes	reprodução
genótipo	fenótipo	

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

FIM DE PAPO

Aproveitar essa seção para revisar o conteúdo estudado e avaliar a compreensão dos estudantes. Pedir à turma que observe as informações ilustradas e classifique cada um dos itens da seguinte maneira:

- Compreendi bem.
- Entendi, mas tenho dúvidas.
- Não entendi.

Essa classificação pode ser feita individualmente ou com a turma toda, pela criação de uma tabela na lousa. Outra opção é reunir os alunos em grupos, de modo que possam conversar entre si sobre suas dúvidas. Verifique quais assuntos originaram mais dúvidas e avalie como retomá-los para esclarecê-las.

Questões

1. Espera-se que os estudantes revisem as respostas que deram inicialmente às questões da abertura e as alterem ou complementem, de acordo com o que aprenderam. Ao confrontarem o que sabiam sobre o assunto antes e depois do estudo da Unidade, os alunos têm um estímulo para desenvolver a metacognição. Essa atividade pode ser feita em grupos, estimulando a colaboração entre os alunos para o esclarecimento de dúvidas.

2. Esta atividade tem o intuito de desenvolver a capacidade de síntese dos estudantes. Ao elaborar a resposta, espera-se que os alunos relacionem os conceitos listados de modo a explicitar a influência da herança biológica sobre as nossas características. Possibilidade de resposta: Somos parecidos com nossos pais biológicos, pois herdamos deles diversas características por meio da hereditariedade. Hereditariedade é o conjunto de processos biológicos que asseguram que cada ser vivo receba e transmita informações genéticas por meio da reprodução. O nosso genótipo é uma combinação dos genes paternos e maternos, responsável pelo nosso fenótipo, que sofre influência do ambiente.

Para complementar o fechamento da Unidade, pode ser proposta a produção coletiva de um material que simbolize o que foi estudado, segundo a opinião dos estudantes. Pode ser um texto escrito com a colaboração de todos, uma pintura, um vídeo, uma escultura etc. Realizando esse trabalho ao final de todas as Unidades, será possível acumular os materiais produzidos e criar uma exposição para a turma no final do ano letivo. Essa atividade propicia um momento de reflexão sobre o que foi estudado, no qual os alunos podem expor suas opiniões sobre a importância dos assuntos abordados, as dificuldades que tiveram, entre outros.

PROPOSTA DA UNIDADE

A Unidade propõe que os alunos reconheçam o motivo de haver diferentes espécies e reflitam sobre como a diversidade de seres vivos surgiu.

Primeiramente, são apresentadas as principais ideias sobre a existência de tantos seres vivos diferentes, contrapondo fixismo e transformismo. Em seguida, os alunos são convidados a conhecer as ideias de Lamarck, considerado o primeiro pesquisador que forneceu uma explicação sistemática para a diversidade dos seres vivos. O darwinismo e as contribuições de Darwin e Wallace são abordados na sequência, apresentando os conceitos de ancestralidade comum e seleção natural.

A compreensão dos mecanismos da hereditariedade e os avanços na Genética foram aliados às ideias da teoria de Darwin e Wallace, levando à teoria sintética da evolução ou neodarwinismo. A Unidade é finalizada com a apresentação das principais evidências da evolução. Nesta Unidade, são apresentados diversos conceitos necessários para o entendimento da evolução biológica, um tema unificador da Biologia, essencial para a real compreensão de diversos outros conceitos. As atividades ao longo da Unidade e na seção **Mergulho no tema** procuram aproximar o conteúdo dos alunos, propondo abordagens lúdicas e contextualizadas.



Por que existem diferentes espécies?



Conchas de diferentes formatos e cores. A concha é uma estrutura rígida que protege o corpo de certos moluscos.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

HABILIDADES p. XXVI

- EF09CI10
- EF09CI11

COMPETÊNCIAS

GERAIS p. VII

- 2, 5 e 10.

ESPECÍFICAS p. XII

- 1, 2 e 3.

CONTEÚDOS CONCEITUAIS

- Fixismo e as principais ideias sobre o transformismo.
- Lamarckismo.
- Darwinismo.
- Teoria sintética da evolução ou neodarwinismo.
- Evidências da evolução.



ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

A imagem da abertura da Unidade apresenta uma variedade de conchas de moluscos. Pedir que os alunos observem atentamente e orientá-los a perceber a diversidade de conchas: diferentes cores, formatos, tamanhos etc. Perguntar o que eles acham dessa diversidade. Será que a diversidade de conchas está relacionada com a diversidade de espécies de moluscos? Nesse momento, lembrá-los que também existem diversos moluscos sem conchas. Questioná-los sobre a origem, não apenas da diversidade de moluscos, mas de outros seres vivos, como aves, mamíferos, peixes, plantas, fungos, entre tantos outros. O que uma ave tem em comum com um peixe? E com uma samambaia? Como essas diferentes espécies surgiram? Permitir que eles reflitam por alguns instantes e compartilhem suas ideias. Vale ressaltar que nesta Unidade será abordada a evolução biológica de acordo com a Ciência. Não é intenção debater aspectos filosóficos, ideológicos e religiosos; por isso, é importante que os assuntos que serão abordados sejam conversados em um ambiente tranquilo e propício para o compartilhamento de ideias.

PARA INÍCIO DE CONVERSA

1. É provável que os alunos respondam que sim. À medida que avançarem nos estudos, os alunos perceberão que dois organismos só são considerados de espécies distintas se, em condições naturais, perderam a capacidade de originar descendentes férteis.

2. Resposta pessoal. A intenção é levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre evolução biológica.

3. Resposta pessoal. À medida que avançarem nos estudos, os alunos perceberão que existiram várias espécies de humanos e algumas delas chegaram até a conviver por um tempo.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

FIXISMO E AS PRIMEIRAS IDEIAS SOBRE O TRANSFORMISMO

O estudo da evolução costuma ser polêmico. Por isso, desde o início, é importante esclarecer que a evolução será apresentada do ponto de vista científico, não sendo a intenção discutir filosofia, ideologia e religião.

A evolução biológica é uma teoria unificadora da Biologia. Por meio dela, é possível explicar e prever diversos fenômenos. Nesse momento, vale lembrar que uma teoria é uma explicação abrangente de algum aspecto da natureza que é apoiado por um vasto conjunto de evidências.

Explicar que o processo de evolução biológica é lento e gradual e, por isso, não é comum observarmos o surgimento de uma nova espécie em um curto período de tempo, como o tempo de vida de um ser humano. Por isso, na Antiguidade, a ideia de que a diversidade de seres vivos era produto da evolução biológica era considerada absurda. Nessa época, predominava o fixismo. Mas, como é normal na área de Ciências, tudo pode ser contestado. E, assim, alguns pesquisadores começaram a contestar a imutabilidade das espécies. É importante que os alunos reconheçam que o transformismo se opunha ao fixismo.

Na seção **Para saber mais: professor**, há um *link* com um mapa interativo sobre a história do pensamento evolutivo. Se jugar oportuno e houver disponibilidade, essa pode ser uma boa maneira de mostrar aos alunos os diversos pensamentos sobre a origem da diversidade biológica que foram propostos ao longo do tempo.

Fixismo e as primeiras ideias sobre o transformismo

Como já estudado em anos anteriores, os primeiros seres vivos eram unicelulares. Durante muito tempo, esses seres foram os únicos a habitar os mares da Terra. Atualmente, porém, há uma diversidade enorme de organismos: bactérias, fungos, algas, plantas e animais, incluindo os seres humanos, que ocupam os mais diferentes ambientes do planeta.

Então, como explicar a existência de tantos seres vivos diferentes?

Muitos pensadores e cientistas tentaram responder a essa questão ao longo da história. Na Antiguidade, por exemplo, defendia-se que as espécies eram fixas e imutáveis. Elas haviam sido criadas por uma entidade superior da forma como se apresentavam. Essa ideia ficou conhecida como **fixismo**. Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.), filósofo grego, grande pesquisador da natureza, era defensor desse princípio.

A partir do século XVIII, no entanto, o fixismo começou a ser questionado. A ideia de que os seres vivos não eram fixos, mas se modificavam com o tempo ficou conhecida como **transformismo**.

Entre os contestadores do fixismo, podemos citar Georges Louis Leclerc (1707-1788), o conde de Buffon, naturalista francês que fez um vasto trabalho sobre a história da Terra. Para ele, a vida tinha se originado em vários moldes preestabelecidos; porém, quando as espécies se deslocaram para novos hábitats, esse molde sofreu alterações. Ele atribuía as diferenças entre as espécies às migrações. Por exemplo, Buffon acreditava que os elefantes asiáticos e africanos atuais eram descendentes migratórios dos mamutes siberianos. Embora suas noções de mudança biológica não fossem baseadas em um mecanismo **coerente**, suas ideias motivaram outros pesquisadores a refletirem sobre as modificações nos seres vivos.

O filósofo francês Pierre Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759) acreditava que a natureza era muito **heterogênea** para ter sido criada como um desenho. Como a maioria dos pensadores da sua época, Maupertuis acreditava na geração espontânea, mas propunha que uma série de alterações ao acaso foi responsável por criar a variedade de seres existentes.

Benoît de Maillet (1656-1738), diplomata e historiador natural francês, também defendia a ideia de que a Terra e os seres que habitavam o planeta não podiam ter sido criados em um único instante, mas seriam resultado de um lento processo de desenvolvimento natural.

Coerente: lógico, que tem nexo.
Heterogêneo: diverso, sem uniformidade.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Texto: **História do pensamento evolutivo**: 1800-1900. Instituto de Biociências/USP. Disponível em: <http://livro.pro/eebwcc>. Acesso em: 14 nov. 2018.

O avô de Charles Darwin, Erasmus Darwin (1731-1802), médico inglês, sugeriu que a mudança da estrutura de uma espécie era provocada por transformações no ambiente e as alterações em um indivíduo seriam transmitidas para seus descendentes.



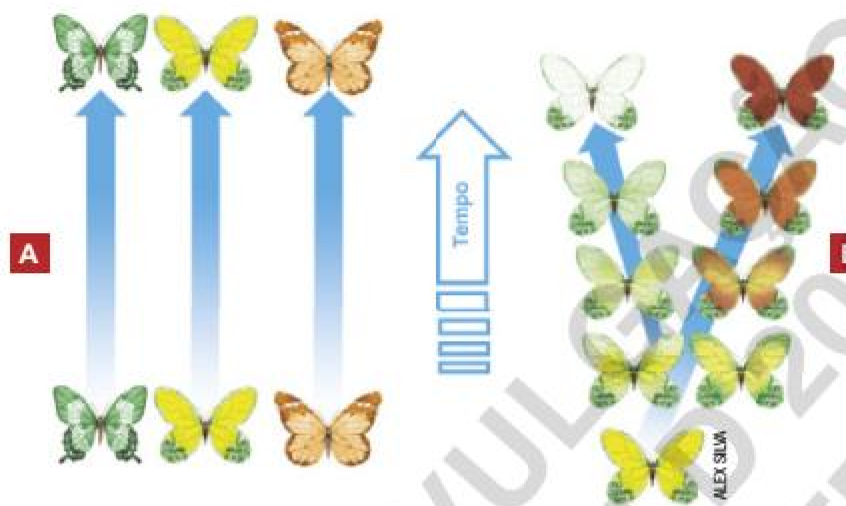
Alguns contestadores do fixismo: (**A**) Georges Louis Leclerc, o conde de Buffon. (**B**) Pierre Louis Moreau de Maupertuis. (**C**) Benoît de Maillet. (**D**) Erasmus Darwin.

ATIVIDADES

NÃO ESCREVA NO LIVRO.

1. Observe as figuras a seguir. Depois, responda à questão.

AS CORES NÃO SÃO REAIS.



- Qual esquema representa o fixismo? Justifique.

2. Que ideia era defendida pelos pesquisadores que apoiavam o transformismo?

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

51

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

Para que os alunos conheçam um pouco mais sobre a história da Ciência, propor que eles pesquisem sobre os cientistas que apoiavam o transformismo, mencionados nessa página. Sugerir que citem em suas pesquisas em qual época o cientista viveu e quais eram suas ideias sobre a diversidade de seres vivos, opinando se tais ideias eram plausíveis ou não e justificando sua opinião. Essa atividade tem a intenção de que os alunos reconheçam que o conhecimento científico é uma construção humana e é influenciado pela sociedade da época. Além disso, é importante desenvolver nos alunos a visão crítica e a capacidade argumentativa. Nesse sentido, eles podem achar as ideias dos contestadores do fixismo incoerentes, mas, mesmo assim, devem reconhecer que elas foram essenciais para a quebra de um paradigma e o avanço do conhecimento científico.

ATIVIDADES

1. O esquema **A**, pois nele as espécies aparecem fixas, sem alteração ao longo do tempo.

2. A ideia de que os seres vivos não eram fixos, mas se modificavam com o tempo.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

LAMARCKISMO

É interessante comentar com os alunos que, embora Lamarck apoiasse a transformação das espécies ao longo do tempo, ele acreditava que os seres vivos surgiam a partir da matéria sem vida, ou seja, ele defendia a ideia de que os organismos surgiam por geração espontânea. Segundo ele, as formas ancestrais tinham a tendência ao aumento da complexidade, a qual, por sua vez, era imposta por variações no ambiente.

Apresentar as quatro ideias principais da teoria de Lamarck. Comentar que a lei do uso e do desuso e a lei dos caracteres adquiridos são as mais conhecidas e usualmente comentadas nos diversos materiais.

Explorar com os alunos os exemplos que ilustram as ideias de Lamarck. Perguntar o que eles acham do modo de pensar do naturalista francês. Comentar que, por vezes, nas conversas cotidianas, empregamos o pensamento lamarckista. Esse equívoco ocorre usualmente ao explicar a evolução biológica em sala de aula, por isso é preciso ficar atento. Inconscientemente, o raciocínio baseado na lei do uso e do desuso e na herança dos caracteres adquiridos é usado para explicar a mudança biológica. Por exemplo, ao dizer que tomar determinado antibiótico faz com que as bactérias fiquem mais resistentes; ou ainda, que os peixes das regiões abissais são cegos porque não precisam enxergar no ambiente onde vivem, expressam o pensamento lamarckista. Explicar que, quando for abordada a teoria sintética da evolução, esses exemplos serão retomados e reavaliados à luz dos novos conhecimentos.

É importante, porém, não passar aos alunos a ideia de que a teoria de Lamarck está completamente errada. Há diversos pontos positivos nela, como a aceitação da ideia de que os seres vivos mudam ao longo do tempo e que o ambiente tem forte influência nessa modificação.

Lamarckismo

O naturalista francês Jean-Baptiste Pierre Antonie de Monet (1744-1829), Cavaleiro de Lamarck, também apoiava a ideia de que a diversidade dos seres vivos se deu por meio da transformação progressiva dos organismos ocasionada por causas naturais. Ele é considerado pelos historiadores como o primeiro pesquisador que forneceu uma explicação sistemática para a diversidade dos seres vivos.


COLEÇÃO PARTICULAR

Retrato de Jean-Baptiste Pierre Antonie de Monet, Cavaleiro de Lamarck.

Em 1809, Lamarck publicou o livro **Filosofia zoológica** (Philosophie zoologique), com algumas de suas ideias para explicar a diversidade de vida. Em 1815, ele publicou **História natural dos animais sem vértebras** (Histoire naturelle des animaux sans vertebres), livro em que ressaltava e complementava sua teoria.

Podemos apontar quatro ideias principais (ou leis) da teoria de Lamarck:

1 – **A tendência para o aumento da complexidade**. De acordo com essa ideia, organismos mais simples originados a partir da matéria inanimada progrediam a um estágio maior de complexidade, sendo que cada organismo apresentava um limite particular de complexidade que poderia ser alcançado.

2 – **O surgimento de órgãos em função de necessidades**. Essa ideia explicava que as circunstâncias externas, aliadas à tendência natural ao aumento de complexidade, determinavam o desenvolvimento e a conservação dos órgãos.

3 – **O desenvolvimento ou a atrofia de órgãos**. Essa ideia ficou conhecida como a **lei do uso ou desuso**, e explicava que o desenvolvimento dos órgãos e sua força de ação são proporcionais ao seu emprego. Quanto mais se usasse determinado órgão, mais ele se desenvolveria, ao passo que o desuso de determinada estrutura levaria à sua atrofia e, dependendo da situação, ao seu completo desaparecimento.

4 – **A herança do adquirido**. Essa ideia ficou conhecida como a **lei da transmissão dos caracteres adquiridos**. Segundo ela, tudo que foi adquirido durante a vida de um organismo era conservado e transmitido aos novos descendentes.

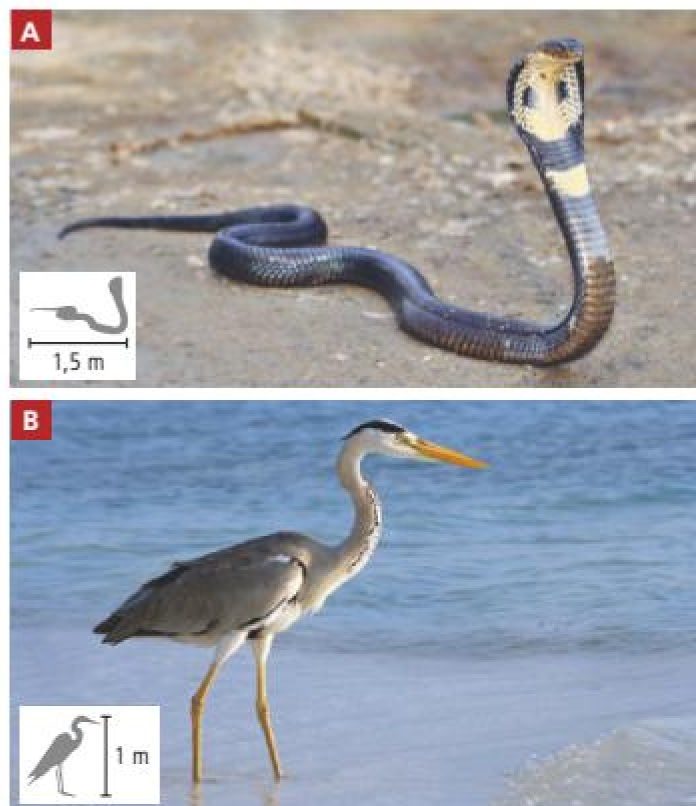
O naturalista usou diversos exemplos para explicar a sua teoria. As serpentes, por exemplo, descendiam de ancestrais que apresentavam pernas e corpos curtos. Porém, modificações do ambiente obrigaram esses animais a rastejar para passar por lugares estreitos, o que acabou levando-os a serem **ápodes** e terem o corpo alongado. As aves pernaltas, como as garças, por causa do` esforço para manterem seus corpos fora da água em regiões inundadas, tinham que esticar as pernas, o que fez com que, a cada geração, surgissem aves com pernas cada vez mais compridas, característica que era transmitida aos descendentes.

Ápode: sem membros locomotores.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Para Lamarck, os seres vivos não eram criados por uma força divina, mas a origem da vida era um processo físico, sobre o qual atuavam as leis naturais. Além disso, ele afirmava que o ambiente era o responsável pelas modificações dos organismos; se o ambiente se altera, os seres procuram se adaptar a ele. Ao longo do tempo, os organismos iriam se modificando e poderiam dar origem a novas espécies.

Embora não tenha usado o termo evolução para explicar as suas ideias, pois esse termo tinha uma conotação diferente na época – significava o desenvolvimento do indivíduo do ovo até a fase adulta –, Lamarck apresentou uma explicação para a progressiva transformação dos seres vivos. Outra contribuição do naturalista francês foi a introdução do termo **adaptação**, ao referir-se à adaptação dos organismos ao meio.



SKYNAMVS/SHUTTERSTOCK.COM, ASTRID GAST/SHUTTERSTOCK.COM

A ausência de pernas em serpentes (**A**) e a presença de pernas compridas nas garças (**B**) eram explicadas por Lamarck como características conquistadas em decorrência da pressão do ambiente.

Resistência ao lamarckismo

A teoria de Lamarck não foi amplamente aceita na época em que foi elaborada. Muitos cientistas ainda eram adeptos do fixismo e outros contestavam algumas das ideias lamarckistas.

Por exemplo, Georges Cuvier (1769-1832), naturalista francês, se dedicou ao estudo dos fósseis. Para ele, os seres vivos eram compostos por partes complexas que se inter-relacionavam e a alteração em uma parte poderia afetar todo organismo, inviabilizando a sobrevivência; logo, ele era contra a ideia do aumento da complexidade orgânica proposta por Lamarck.

Em 1882, o biólogo alemão August Weismann (1834-1914) fez duras críticas à lei da transmissão dos caracteres adquiridos. Ele demonstrou, por meio de seus experimentos com sucessivas gerações de camundongos, que os caracteres adquiridos durante a vida dos progenitores não eram transmitidos aos descendentes. Weismann cortou as caudas de dois camundongos, esperou que cruzassem e observou que a descendência era formada por animais com caudas perfeitamente intactas. Ele repetiu esse procedimento durante mais de cem gerações de camundongos e verificou que as novas ninhadas continuavam a apresentar a cauda perfeitamente normal. Weismann era simpatizante das ideias de Charles Darwin.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

[...]. Na verdade, Lamarck nunca deu um nome a sua teoria da mudança e, além disso, sua intenção não era apenas propor uma teoria desse tipo, mas encontrar os fundamentos teóricos de toda a biologia.

[...]

FREZZATTI JÚNIOR, W. A. A construção da oposição entre Lamarck e Darwin e a vinculação de Nietzsche ao eugenismo. **Scientiae Studia**. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-31662011000400004>. Acesso em: 14 nov. 2018.

É importante deixar claro que a teoria de Lamarck não foi aceita por grande parte da sociedade da época. Muitos pesquisadores contestavam suas ideias. Ao falar sobre os experimentos feitos por August Weismann, é possível propor uma conversa sobre o uso de animais em pesquisas científicas. Perguntar a opinião dos alunos sobre esse assunto e permitir que eles expressem suas ideias. Ressaltar que, atualmente, há regras específicas para o uso de cobaias e é preciso respeitar a ética na experimentação com animais. Explicar que os animais, assim como nós, sentem dor e merecem receber um tratamento digno. Por isso, há tantos movimentos contra o uso de animais em pesquisas científicas. Ressaltar que, na época em que Weismann realizou os experimentos nos quais cortava a cauda de camundongos, essas questões não eram tão presentes.

[...] O termo “teoria da progressão de Lamarck”, ao invés de “teoria da evolução de Lamarck”, parece ser mais adequado [...]. No início do século XIX, o termo “evolução” significava ontogênese, isto é, o desenvolvimento do indivíduo do ovo à idade adulta. O próprio Lamarck, para descrever suas ideias, lançava mão de outras palavras: aperfeiçoamento, progressão, desenvolvimento, progresso, mutação e mudança, que compunham termos com palavras tais como organização e composição. A escolha de “progressão” é justificada porque, em sua última obra, História natural dos animais sem vértebras [...], essa palavra aparece frequentemente e, algumas vezes, com a grafia destacada. O termo “teoria” era utilizado pelo próprio naturalista francês para descrever suas conclusões

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

DARWINISMO

É importante esclarecer que o darwinismo não é totalmente oposto ao lamarckismo, como será estudado nas páginas seguintes. No momento, no entanto, a intenção é apresentar aos alunos quem foi Darwin e como a viagem que esse naturalista britânico fez a bordo do navio Beagle ao longo de quase 5 anos contribuiu para a elaboração da sua teoria da evolução.

Explorar o infográfico que mostra a viagem de Darwin ao redor do mundo, mostrando alguns pontos de parada, nos quais o cientista coletou materiais uilizados na formulação de sua teoria sobre a origem das diversas espécies de seres vivos. Nesse momento vale comentar sobre os pássaros conhecidos como tentilhões, os quais chamaram a atenção de Darwin em Galápagos. O texto na página seguinte trata desse assunto e apresenta informações que podem ser úteis nas conversas em sala de aula, e a **atividade 1** da seção **Mergulho no tema** permite ampliar e enriquecer a discussão, abordando a seleção natural, principal ideia da teoria de Darwin. Ressaltar que Darwin considerou os estudos de diversos outros cientistas em suas observações e análises. Nesse momento, vale explorar com os alunos o *site* "Uma viagem de descobertas" sugerido na seção **Mais**.

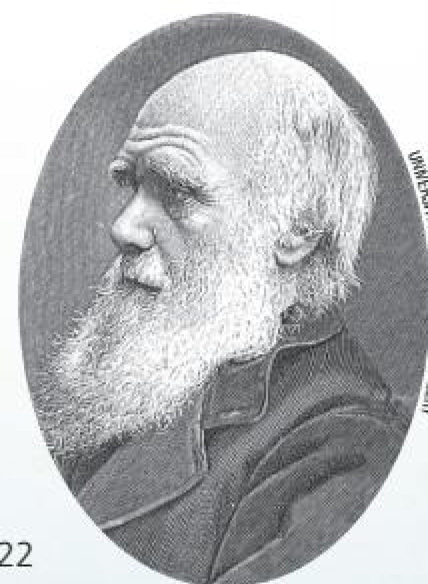
PARA SABER MAIS: PROFESSOR E ALUNO

- Livro: **Meu nome é... Charles Darwin**. CUGOTA, Luís; MARTÍ, Teresa. São Paulo: Publifolha, 2008.

Darwinismo

Dois pesquisadores contribuíram para a elaboração da teoria que ficou conhecida como darwinismo: Darwin e Wallace.

Os dois, de forma independente, chegaram às mesmas conclusões sobre a evolução biológica e foram decisivos para o entendimento da existência da diversidade de seres vivos.



Retrato de Charles Darwin.

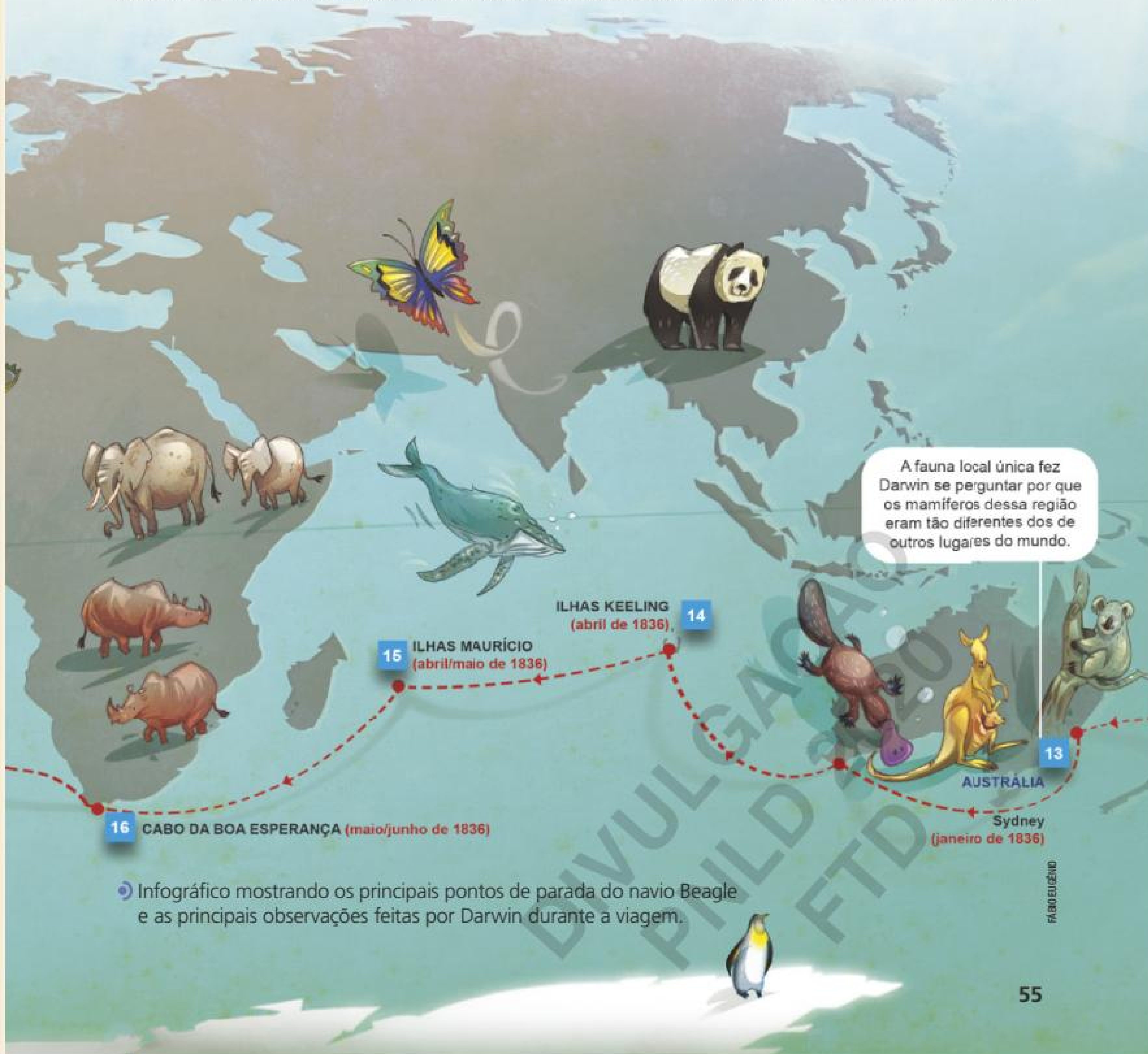
Darwin

Charles Robert Darwin (1809-1882), naturalista britânico, aos 22 anos de idade embarcou no navio HMS Beagle, a bordo do qual, entre os anos de 1831 e 1836, faria uma viagem ao redor do mundo.



Durante a viagem, o navio fez várias paradas. Em cada uma delas, Darwin pode explorar a região e fazer várias observações e coletas, que foram registradas em seu diário de bordo. Ele começou a contestar o fixismo, rascunhando algumas ideias que seriam a base de sua teoria sobre evolução.

Durante seus estudos e observações, Darwin foi influenciado pelas ideias de Charles Lyell (1797-1875), geólogo britânico. Lyell era contra a teoria catastrofista de Cuvier. O mesmo Cuvier que contestava as ideias de Lamarck, por meio de estudos de fósseis, constatou que muitos dos organismos fossilizados não existiam mais. As evidências fósseis o levaram a propor que, periodicamente, a Terra passava por mudanças bruscas, responsáveis por acabar com um número grande de espécies. Lyell, no entanto, por meio da observação da estrutura geológica terrestre, propôs que as modificações da Terra se davam de forma lenta e gradual por fatores naturais. Os seus relatos fizeram com que Darwin desse atenção especial à geologia dos lugares que visitou.



Infográfico mostrando os principais pontos de parada do navio Beagle e as principais observações feitas por Darwin durante a viagem.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Os Tentilhões das Galápagos

As várias espécies reconhecidas de tentilhões demonstraram o poder do método hipotético-dedutivo de Darwin, que baseando-se em anotações detalhadas da morfologia, hábitat e comportamento destes pássaros, representam um dos argumentos mais aceitos em seu livro sobre a origem das espécies. [...]

As hipóteses e deduções de Darwin com os tentilhões

O postulado: todas as espécies de tentilhões no arquipélago se derivam da mesma espécie original.

A observação: apesar de sua semelhança forte, cada espécie de tentilhão tem uma forma altamente característica do bico.

Os fatores evolutivos: isolamento geográfico, ambiente ecológico, competição.

O **isolamento geográfico** impede a migração e fluxo de genes com a espécie original e com aquelas de outras ilhas, favorecendo a estabilização de características genéticas peculiares em cada ilha.

Os **ambientes ecológicos diferentes**, dentro da mesma ilha, conduzem a especializações nutricionais caracterizadas pelas diferenças no bico entre as diferentes espécies de tentilhões. Além disso, mostrou-se que para melhorar o alcance dos cantos de acasalamento, aqueles tentilhões que vivem nas zonas de vegetação densa tem canto diferente daqueles que vivem nas áreas de vegetação esparsa. Este fenômeno aumenta a probabilidade de encontrar um par o qual seja parte do mesmo milieu (ambiente): daí se dá a estabilização das características genéticas específicas ao ambiente ecológico.

A **competição**, que é particularmente severa durante períodos secos por causa da escassez do alimento, favorece aqueles indivíduos mais bem adaptados ao seu ambiente. Porque estes têm uma possibilidade maior de sobrevivência e, portanto, de se reproduzir, suas características genéticas particulares tendem a ser passadas para as gerações seguintes.

[...]

LABORATÓRIO DE BIODIVERSIDADE E EVOLUÇÃO MOLECULAR. **Os Tentilhões das Galápagos.** Disponível em: <http://labs.icb.ufmg.br/lbem/aulas/grad/evol/darwin/tentilhoes.html>. Acesso em: 14 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Explorar o gráfico sobre o descompasso entre o crescimento populacional e a produção de alimentos, que sistematiza as ideias de Malthus, as quais motivaram Darwin a pensar sobre a competição entre os indivíduos e a sobrevivência daqueles mais bem adaptados. Nesse momento, vale comentar que os mais adaptados não eram os necessariamente mais fortes, mas aqueles indivíduos que tinham características que eram vantajosas no ambiente em que viviam, possibilitando que chegassem à idade reprodutiva e tivessem descendentes.

Wallace

Ao mesmo tempo que Darwin, observando outros organismos e viajando por outros lugares, Wallace também chegou às ideias sobre ancestralidade comum e evolução biológica. Comentar que, naquela época, os cientistas tinham o hábito de trocar informações por meio de cartas e foi desse jeito que Darwin e Wallace tomaram conhecimento de que tinham chegado às mesmas conclusões.

De volta à Inglaterra, Darwin passou anos estudando tudo o que havia anotado e o material que havia coletado nos diferentes lugares do mundo. Em 1838, leu o ensaio escrito por Thomas Malthus (1766-1834), economista britânico, que defendia a ideia de que havia um descompasso entre o crescimento populacional e a produção de alimentos. Enquanto o crescimento populacional se dava em **progressão geométrica**, a produção de alimentos aumentava em **progressão aritmética**.

Crescimento populacional × produção de alimentos

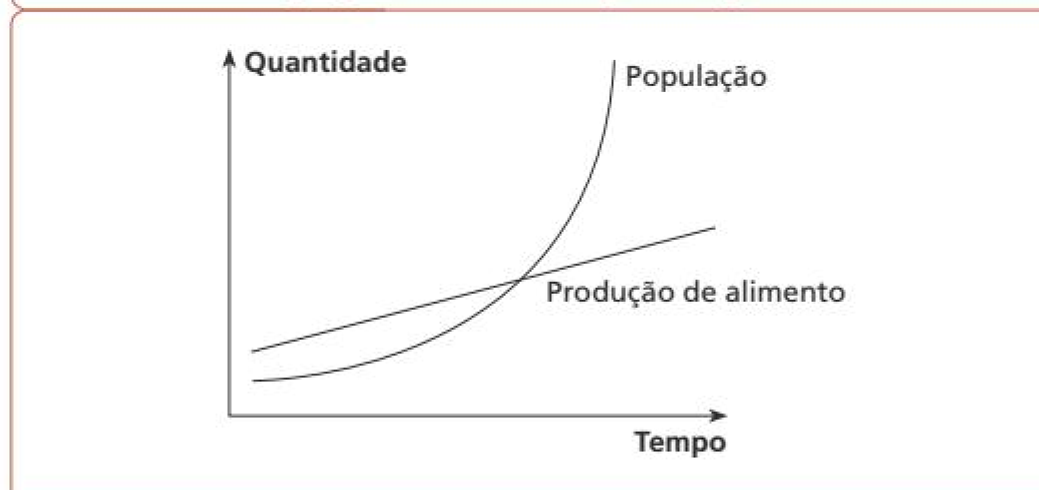


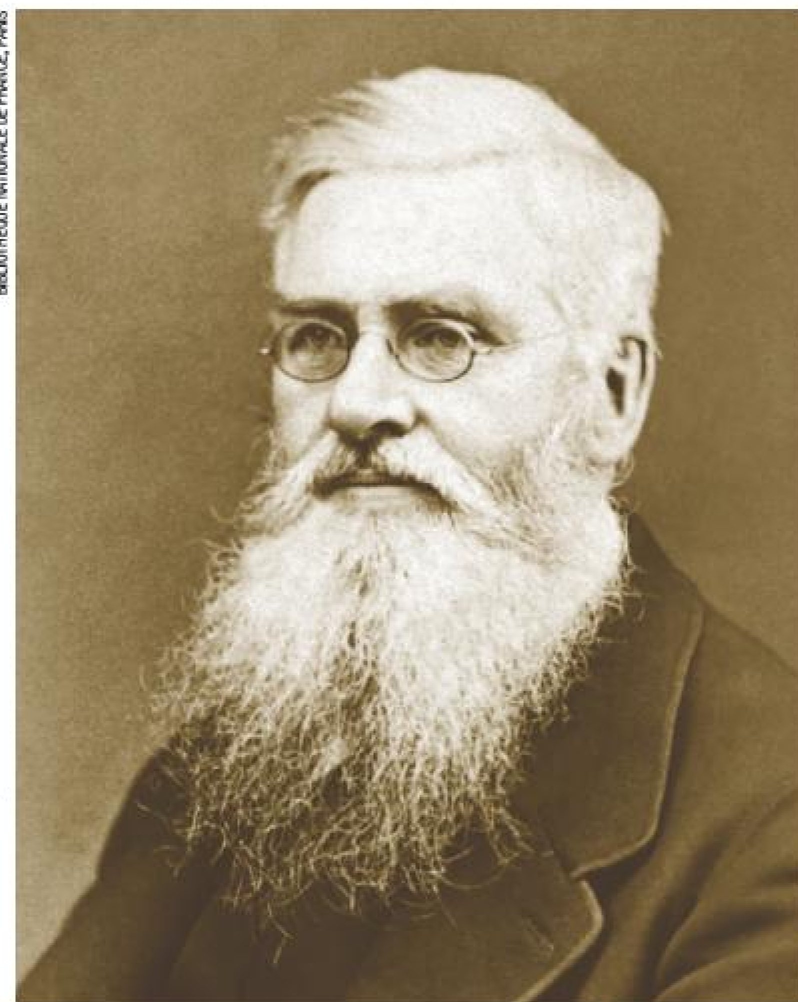
Gráfico mostrando o descompasso entre o crescimento da população e a produção de alimento.

Esse descompasso seria uma das explicações para a fome que assolava boa parte da humanidade. Darwin imaginou a humanidade submetida às mesmas leis gerais que regem populações de outras espécies de seres vivos, o que o fez pensar que os indivíduos de uma população competem uns com os outros pelos recursos que são escassos, tais como alimentos, abrigo, parceiros para reprodução, entre outros. Somente em 1856, Darwin começou a escrever um livro com suas ideias sobre evolução.

Wallace

Alfred Wallace (1823-1913), naturalista britânico, também empreendeu longas viagens, nas quais fez várias observações que o levaram a refletir, entre outros assuntos, sobre a diversidade dos seres vivos.

Entre os anos de 1848 e 1852, fez uma viagem à Amazônia. De 1854 a 1862, Wallace viajou pelo arquipélago malaio. Nesse período, escreveu **Sobre a tendência das variedades de se afastar indefinidamente do tipo original** (**On the Tendency of Varieties to Depart Indefinitely from the Original Type**), onde descrevia suas ideias sobre ancestralidade comum e evolução biológica.



BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DE FRANCE, PARIS

Retrato de Alfred Wallace.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Matéria: Obra completa de Alfred Wallace, cientista que desenvolveu a mesma teoria de Darwin, é publicada na internet. CARVALHO, Ricardo. **Veja**, 2016. Disponível em: <http://livro.pro/4n3n72>. Acesso em: 14 nov. 2018.

Em carta endereçada a Darwin, Wallace relatou suas ideias sobre evolução. Darwin se espantou com as semelhanças entre seus estudos e o trabalho de Wallace.

Em 1858, os dois naturalistas, com a ajuda de outros pesquisadores da época, divulgaram suas ideias na **Conferência da Sociedade Lineana**, em Londres.

No ano seguinte, Darwin lançou seu livro **A origem das espécies** (**On the Origin of Species**), com suas ideias sobre a evolução biológica e a seleção natural. Wallace continuou sua viagem pela Ásia e fez vários estudos sobre **biogeografia**.

Biogeografia: área da ciência que estuda a distribuição dos seres vivos no planeta.

A teoria de Darwin e Wallace

Em sua teoria, Darwin e Wallace admitem que os indivíduos de uma população não são idênticos. Em vez disso, eles apresentam algumas variações que podem torná-los mais adaptados ou menos adaptados ao ambiente em que vivem. Como na natureza os recursos são limitados, os indivíduos competem uns com os outros e aqueles mais aptos têm mais chances de obter os recursos necessários, sobreviver e deixar descendentes, transmitindo à prole as características vantajosas. Por esse pensamento, o ambiente atua sobre as variações da população, selecionando os indivíduos mais adaptados, processo chamado **seleção natural**. Com o tempo, a população vai se modificando e evoluindo por seleção natural.

Embora Wallace também seja o criador da teoria da evolução, Darwin teve maior destaque por conta da publicação de seu livro, o qual trazia diversos argumentos para defender as ideias de ancestralidade comum e de seleção natural. Por isso, a teoria da evolução é comumente chamada de **darwinismo**.

Em seu livro, Darwin apresentava duas ideias principais:

1 – Todos os organismos descendem de **ancestrais comuns**.

2 – A **seleção natural** é o principal agente que atua sobre as variações dos indivíduos.

Darwin baseou-se nas espécies criadas pelo ser humano. Alguns animais domésticos e vegetais cultivados ainda tinham os seus representantes em estado selvagem. Os indivíduos domesticados, entretanto, diferiam em tantas características dos selvagens que podiam ser considerados espécies diferentes.

Ele concluiu que, da mesma forma que o ser humano selecionava determinados organismos, com características de interesse – processo chamado **seleção artificial** –, a natureza poderia fazer o mesmo, selecionando os indivíduos mais adaptados às condições do ambiente – a chamada **seleção natural**. Porém, diferente da seleção feita pelos seres humanos, a natureza não seleciona os organismos de forma intencional ou direcionada.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Verificar se os alunos reconhecem quais são as principais ideias da teoria da evolução, também chamada de Darwinismo: ancestralidade comum e seleção natural. É importante que eles compreendam que, segundo a teoria de Darwin e Wallace, a seleção natural é o principal agente de transformação, que age sobre as variações dos indivíduos de uma população, levando à formação de novas espécies depois de muitas gerações.

Aproveitar para diferenciar seleção artificial e seleção natural, ressaltando que a primeira é feita pelos seres humanos, que agem selecionando os indivíduos com característica do seu interesse.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Matéria: Alfred Russel Wallace. MORGANTE, João Stenghel. **Genética na Escola**, 2013. Disponível em: <http://livro.pro/ma2hbj>. Acesso em: 14 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

A Teoria de Darwin e Wallace

Comentar que, quando as ideias de Darwin e Wallace foram apresentadas à Sociedade Lineana, em Londres, em junho de 1858, elas não chegaram a causar grande impacto na comunidade científica. Somente no ano seguinte, com a publicação do livro **A origem das espécies**, de Charles Darwin, os conceitos de seleção natural e ancestralidade comum revolucionariam o modo de pensar e afetariam de forma profunda o olhar sobre a diversidade dos seres vivos. Talvez por isso, Darwin costuma ter maior destaque quando se fala em evolução. Na seção **Para saber mais: professor** há um *link* com informações sobre Darwin e Wallace que podem ser úteis nas conversas em sala de aula.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

É importante mostrar que as ideias de Lamarck e de Darwin não eram completamente opostas, o que coopera para o desenvolvimento da **habilidade EF09CI10**. Os dois cientistas acreditavam que mudanças biológicas ocorriam ao longo do tempo e atribuíram uma enorme influência do ambiente nesse processo. Ambos reconheceram a importância do uso e desuso e da herança dos caracteres adquiridos na evolução biológica, embora tenham abordado essas ideias de formas diferentes em suas teorias. Para Lamarck, essas duas leis conduziam à adaptação dos organismos aos seus ambientes. Para Darwin, por outro lado, elas explicavam a origem da variação sobre a qual a seleção natural atuava. É válido comentar que nessa época ainda não se tinha conhecimento sobre o que causava as variações nos indivíduos de uma população. Isso só viria mais tarde, com o avanço da Genética.

Lamarck via a evolução biológica como uma mudança que implicava aumento de complexidade, como uma marcha progressiva para a perfeição. A figura de uma escada pode ser usada para ilustrar a evolução segundo Lamarck. Para Darwin, a evolução por seleção natural conduz a mudanças ao longo das gerações que, embora fortemente influenciadas pelo ambiente, não são necessariamente progressivas. A figura de uma árvore é mais apropriada para ilustrar a evolução segundo Darwin.

É comum pensarmos que Darwin rejeitava as ideias de Lamarck. Mas isso não é verdade. Em um de seus relatos, Darwin admite que as conclusões às quais era conduzido não eram muito diferentes das de Lamarck, embora os meios de mudanças pensados por ele fossem outros. Para Darwin, a evolução não era algo linear, mas se dava por um processo de divergência, já que a partir de um ancestral comum divergiam as diferentes espécies, e o agente responsável pelo surgimento de novas espécies seria a seleção natural. No caso das ideias darwinistas, a seleção se dá sobre diferenças em dada característica que surge ao acaso em uma população. Lamarck, por sua vez, tratava da progressão dos seres vivos por meio de várias séries lineares, e o agente responsável pelo surgimento de novas espécies seria o ambiente. Pelas ideias lamarckistas, os próprios indivíduos de uma população desenvolviam meios de lidar com um desafio ambiental e passavam essa característica a seus descendentes.



MARIO TAMA/GETTY IMAGES

Uma das anotações de Darwin. Esse desenho, que lembra uma árvore, reflete a noção de que todos os seres vivos são relacionados por descendência comum, em graus variados de parentesco.

Assim, vale destacar que o ambiente assume diferentes papéis nas duas teorias. Na teoria de Lamarck, o ambiente estimularia os organismos a produzirem novas características para se adaptarem. Já na teoria de Darwin e Wallace, o ambiente seleciona, entre a variedade existente, aqueles organismos com as características mais adaptativas.

As árvores filogenéticas

Darwin propôs a construção de uma figura parecida a uma árvore, na qual, a partir de um ancestral comum (a base da árvore), divergiam as diferentes espécies (os vários galhos da árvore). Essa representação foi aprimorada pelos pesquisadores posteriores a Darwin e foi chamada de **árvore filogenética** e ela representa o **parentesco evolutivo** entre as espécies.

Para a construção de uma árvore filogenética é preciso considerar alguns pontos:

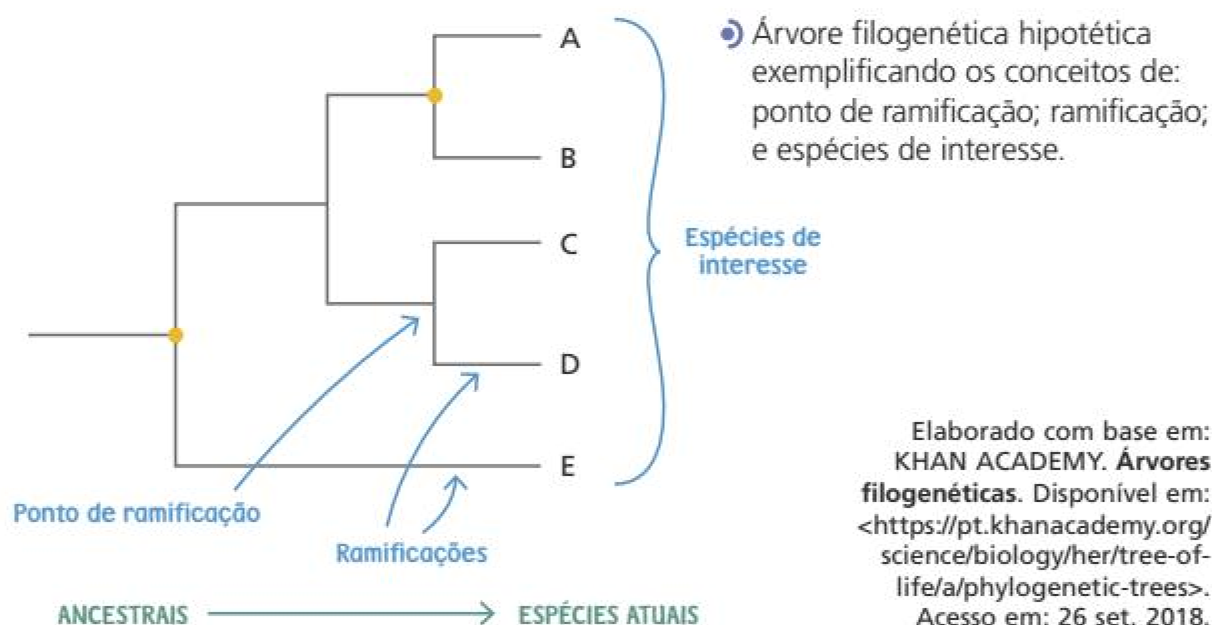
- Árvores filogenéticas são hipóteses, não fatos definitivos.
- O padrão de ramificação de uma árvore filogenética reflete como espécies ou grupos evoluíram a partir de ancestrais comuns.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Matéria: A teoria evolutiva de Lamarck. TIDON, Rosana. **Genética na Escola**, 2014. Disponível em: <http://livro.pro/4do2fk>. Acesso em: 14 nov. 2018.
- Revista: Genética na Escola. ARCANJO, Fernanda Gonçalves; SILVA, Edson Pereira da. SOCIEDADE BRASILEIRA DE GENÉTICA. 2015. Disponível em: <http://livro.pro/xapnps>. Acesso em: 14 nov. 2018.

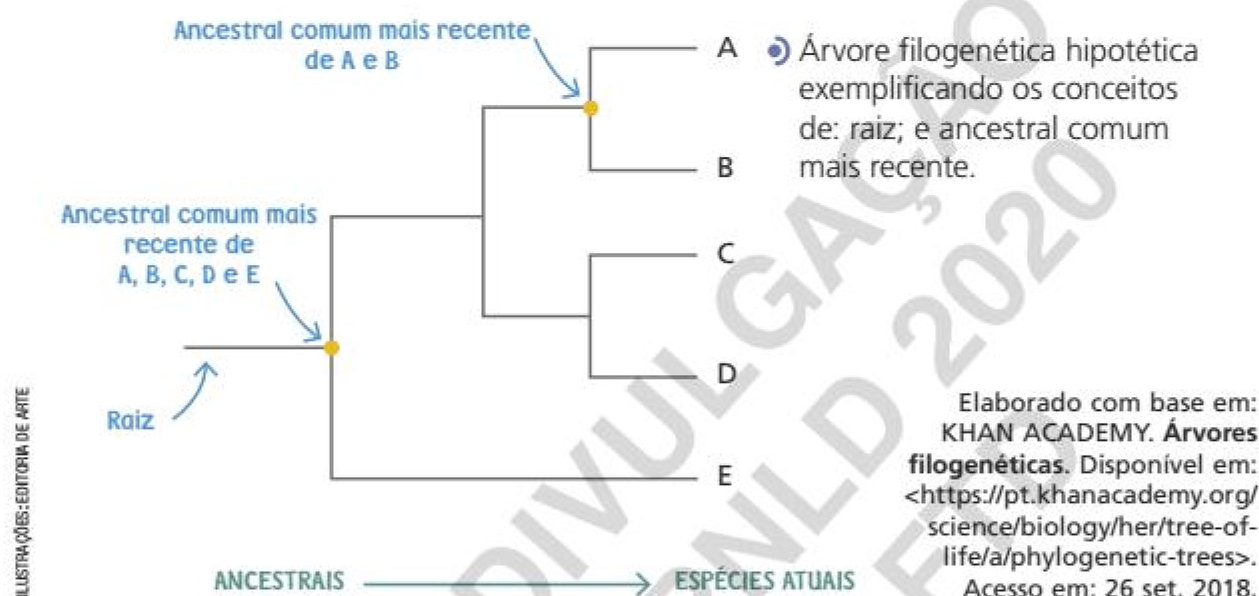
- Em uma árvore filogenética, as espécies ou grupos de interesse ficam nas extremidades de linhas chamadas de **ramos** da árvore. Por exemplo, a árvore filogenética a seguir representa as relações entre cinco espécies – A, B, C, D e E –, que estão posicionadas nas pontas dos ramos.



Árvore filogenética hipotética exemplificando os conceitos de: ponto de ramificação; ramificação; e espécies de interesse.

Elaborado com base em: KHAN ACADEMY. **Árvores filogenéticas**. Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/science/biology/her/tree-of-life/a/phylogenetic-trees>. Acesso em: 26 set. 2018.

- Cada ponto de ramificação representa um evento de divergência, ou separação de um grupo único em grupos descendentes.
- Nas árvores, duas espécies são mais relacionadas se têm um ancestral comum mais recente e menos relacionadas se têm um ancestral comum menos recente.
- Em cada ponto de ramificação fica o mais recente ancestral comum de todos os grupos descendentes deste ponto em diante.
- Árvores filogenéticas podem ser traçadas de diferentes maneiras. Porém, é importante que a rotação de uma árvore sobre seus pontos de ramificação não modifique a leitura da informação contida nela.



Árvore filogenética hipotética exemplificando os conceitos de: raiz; e ancestral comum mais recente.

Elaborado com base em: KHAN ACADEMY. **Árvores filogenéticas**. Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/science/biology/her/tree-of-life/a/phylogenetic-trees>. Acesso em: 26 set. 2018.

ILUSTRAÇÕES: EDITORIA DE ARTE

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Construindo a árvore

Assim como árvores genealógicas, árvores filogenéticas representam padrões de ancestralidade. Entretanto, enquanto famílias têm a oportunidade de registrar sua própria história enquanto ela acontece, linhagens evolutivas não – estas espécies da natureza não vêm com pedaços de papéis mostrando seus históricos familiares. Ao invés disso, biólogos têm que reconstruir esses históricos coletando e analisando evidências, as quais são utilizadas para formar uma hipótese sobre como os organismos estão relacionados – uma filogenia.

Para construir uma árvore filogenética [...], biólogos coletam dados sobre as características de cada organismo em que eles têm interesse. Características são traços hereditários que podem ser comparados entre organismos, como características físicas (morfologia), sequências genéticas e características comportamentais.

[...]

Usando características derivadas compartilhadas

Nosso objetivo é encontrar evidências que nos ajudarão a agrupar os organismos em clados cada vez menos inclusivos. Especificamente, estamos interessados em características derivadas compartilhadas. Uma característica compartilhada é aquela que duas linhagens têm em comum e uma característica derivada é aquela que evoluiu na linhagem conduzindo a um clado e que coloca os membros desse clado apartados de outros indivíduos.

[...]

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS/USP. **Construindo a árvore.** Disponível em: <http://www.ib.usp.br/evosite/evo101/IICTreebuilding.shtml>. Acesso em: 16 nov. 2018.

As árvores filogenéticas

Explorar com os alunos o diagrama chamado árvore filogenética. Verificar se eles entenderam o que representam as ramificações, os pontos de ramificação e o que é representado na extremidade de cada ramificação.

É importante que os alunos reconheçam que a árvore filogenética representa uma hipótese sobre o parentesco evolutivo de determinados organismos. Se houver disponibilidade, mostrar diferentes árvores filogenéticas aos alunos para que eles se familiarizem com esses diagramas. As **atividades 3** e **4** da seção **Mergulho no tema** permitem enriquecer e ampliar esse assunto.

ATIVIDADES

1. a) Esquema **A**. O esquema ilustra a tendência do aumento da complexidade, a aquisição de pescoço comprido por causa da necessidade, o desenvolvimento do pescoço por causa do esforço e a transmissão da característica adquirida aos descendentes.

b) Esquema **B**. O esquema ilustra a presença de variação entre as girafas, a competição entre os indivíduos e a seleção dos mais aptos.

c) O ambiente.

d) A seleção natural.

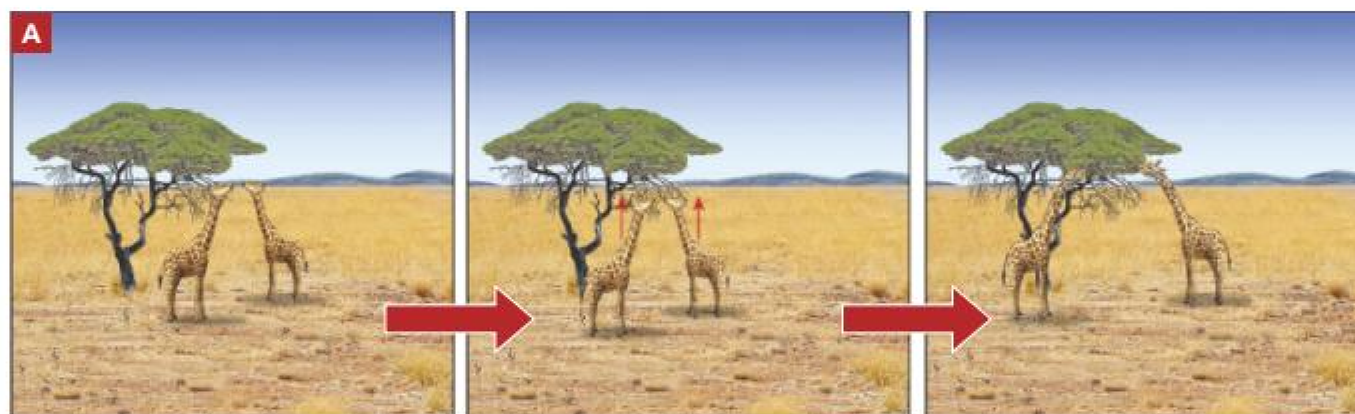
2. a) Avaliar os esquemas elaborados pelos alunos. De acordo com o lamarckismo, as bactérias não tinham resistência aos antibióticos. Essa resistência foi adquirida quando esses organismos foram expostos ao medicamento. As bactérias resistentes se multiplicaram, transmitindo essa característica aos descendentes. De acordo com o darwinismo, na população de bactérias existiam organismos resistentes e não resistentes aos antibióticos. Quando os antibióticos foram introduzidos no ambiente, mataram as bactérias não resistentes. As bactérias resistentes sobreviveram, se reproduziram, dando origem a bactérias também resistentes.

b) Espera-se que os alunos reconheçam que a teoria mais adequada é o darwinismo, que explica a evolução biológica, admitindo que há pequenas variações nas populações e essas variações são selecionadas pela seleção natural. Assim, as características vantajosas podem ser transmitidas às gerações futuras por meio da reprodução, enquanto as características desvantajosas acabam sendo eliminadas da população (a maioria dos indivíduos menos aptos não chega à idade reprodutiva e não deixa descendentes).

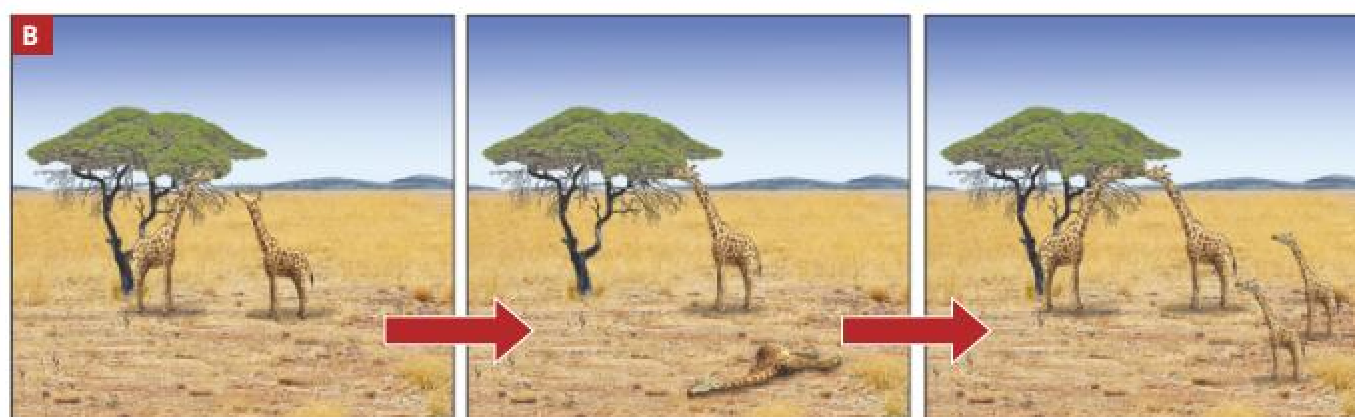
ATIVIDADES

NÃO ESCREVA NO LIVRO.

1. Observe os esquemas a seguir que trazem um exemplo clássico de comparação entre lamarckismo e darwinismo. Depois, responda às questões.



Os ancestrais da girafa tinham pescoços curtos. Para se alimentarem das folhas da copa das árvores, os animais tinham que esticar o pescoço. | O esforço para esticar o pescoço fez essa parte do corpo se alongar. Essa característica foi transmitida aos descendentes. | Atualmente, as girafas têm pescoço comprido.



Na população de girafas, havia indivíduos de pescoço curto e outros com pescoço comprido. | Os animais com pescoço comprido conseguiam alimento, enquanto os animais com pescoço curto não conseguiam alimento suficiente e morriam. | Os animais com pescoço comprido transmitiam essa característica aos descendentes. Isso fez com que predominassem girafas com pescoço comprido na população desse animais.

AS CORES NÃO SÃO REAIS. IMAGENS FORA DE PROPORÇÃO.

a) Qual esquema representa o lamarckismo? Justifique.

b) Qual esquema representa o darwinismo? Justifique.

c) Qual é o agente que leva ao surgimento de novas espécies segundo o lamarckismo?

d) Qual é o agente que leva ao surgimento de novas espécies segundo o darwinismo?

2. Atualmente, sabemos que o uso indiscriminado de antibióticos pode levar ao aumento de bactérias resistentes em determinada população desses microrganismos. Por isso, esses medicamentos só devem ser usados com prescrição e orientação médica. Sobre esse assunto, forme dupla com um colega e, juntos, façam o que se pede.

a) Elaborem esquemas que expliquem o aumento de bactérias resistentes a antibióticos de acordo com o lamarckismo e o darwinismo.

b) Discutam e elaborem um texto sobre qual teoria é a mais adequada para explicar a existência de bactérias resistentes.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

VAMOS VERIFICAR

Viemos do macaco?

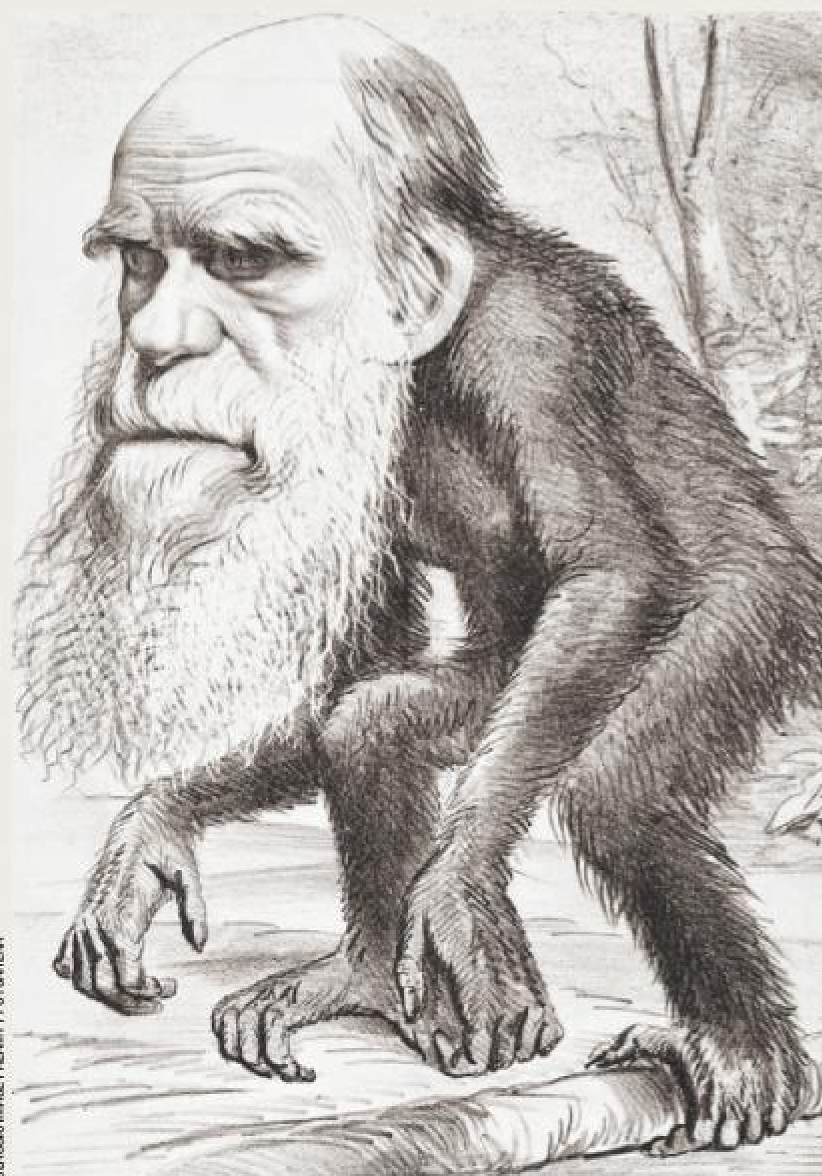
As ideias de Darwin sobre a existência de um ancestral comum e diferentes graus de parentesco entre as espécies viventes foram duramente criticadas, em especial pelos defensores da tese de que os seres eram criação divina. Além disso, muitas pessoas interpretaram erroneamente a ideia de ancestralidade proposta pelo cientista. Essas pessoas entenderam que nós, seres humanos, havíamos descendido dos macacos.

Essas críticas não se limitaram às ideias de Darwin, mas voltaram-se também contra a sua pessoa: ele era constantemente ridicularizado por meio de charges e de caricaturas nos periódicos da época.

Para verificar se ainda hoje há pessoas que pensam que viemos dos macacos, você e seus colegas vão fazer uma enquete na escola onde estudam. Dividam-se em grupos e entrevistem outros alunos e funcionários. Façam às pessoas entrevistadas apenas uma pergunta:

- Para você, nós descendemos dos macacos?

Anotem quantas pessoas foram entrevistadas e quantas concordam com essa ideia.


CLASSIC IMAGE / ALAMY / FOTOARENA

Caricatura de Charles Darwin, 1871.

ATIVIDADES

1. De volta à sala de aula, compartilhem os resultados e discutam sobre os itens a seguir. Se necessário, busquem informações em livros e na internet.

a) A ideia de que descendemos dos macacos ainda está presente nos dias atuais?

b) Darwin realmente disse que nós, seres humanos, viemos dos macacos? Expliquem.

c) Como poderíamos desfazer os equívocos sobre as principais ideias da teoria sintética da evolução, principalmente as que se referem à ancestralidade comum?

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

VAMOS VERIFICAR

Essa atividade permite abordar uma questão que costuma causar polêmica ainda nos dias de hoje. Além de aplicar os conhecimentos científicos adquiridos, os alunos devem ser capazes de compreender que essa questão pode sair da esfera científica e envolver aspectos religiosos, já que há pessoas que acreditam no criacionismo (Deus ou outro ser supremo criou todas as formas de vida e tudo que há no Universo). Antes de os alunos saírem a campo para realizar as entrevistas, orientá-los que é possível que algumas pessoas respondam à questão, considerando suas crenças e religião. Nesses casos, é preciso respeitar as diferentes formas de pensamento e anotar as respostas, já que as entrevistas fazem parte de um estudo científico e os cientistas devem ser imparciais.

Ainda sobre respeito, vale propor uma conversa sobre as duras críticas que foram feitas a Darwin na época em que ele divulgou suas ideias sobre a evolução. Perguntar o que os alunos pensam sobre a caricatura feita do cientista e propor uma conversa sobre *bullying*.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR E ALUNO

- Texto: **Se o homem evoluiu do macaco, por que o macaco não evoluiu?** MANUAL DO MUNDO. Disponível em: <http://livro.pro/oydfpi>. Acesso em: 14 nov. 2018.

Atividades

1. a) Resposta pessoal. É provável que ainda haja pessoas que pensam que nós, seres humanos, viemos dos macacos.

b) Não. O que ele propôs é que seres humanos e macacos compartilham de um ancestral comum. Mas seguiram caminhos evolutivos diferentes.

c) Resposta pessoal. Espera-se que entre as sugestões dos alunos esteja a importância de divulgar corretamente a ideia de ancestralidade comum proposta por Darwin, um dos pontos principais da teoria da evolução. Em menor ou maior grau, todos os organismos viventes compartilham características, evidenciando o grau de parentesco evolutivo.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

TEORIA SINTÉTICA DA EVOLUÇÃO OU NEODARWINISMO

Essa dupla de páginas e a página seguinte cooperam para o desenvolvimento da **habilidade EF09CI11**. Explicar que as ideias de Darwin e Wallace só foram completamente compreendidas depois do entendimento do processo da hereditariedade e dos avanços na área de Genética. O Darwinismo considerava variações entre os indivíduos de uma população, mas não foi capaz de explicar o que causava essas variações. Isso só foi explicado depois da compreensão da existência de mutações, que são alterações que acontecem ao acaso, e da variabilidade genética decorrente da reprodução sexuada.

Esclarecer que as mutações não ocorrem com o propósito de conferir uma vantagem a um indivíduo. Elas acontecem ao acaso e, por vezes, podem não ser vantajosas. Nesses casos, essas alterações não se fixam na população. Há também mutações que são neutras, ou seja, que não beneficiam nem prejudicam o indivíduo. É importante que os alunos reconheçam que os novos conhecimentos foram incorporados às ideias de Darwin e Wallace, dando origem à teoria sintética da evolução, teoria que é central na Biologia, pois ajuda a explicar e prever vários fenômenos.

Explorar com os alunos a figura do aumento da frequência de certas características em uma população de acordo com o neodarwinismo. Pedir a eles que expliquem o que entendem do esquema. Nesse momento, verificar se eles compreenderam os principais conceitos envolvidos: variações dentro de uma população, seleção natural e sobrevivência dos mais aptos. Aproveitar para desfazer dúvidas e reforçar a explicação de algum conceito, se necessário.

Teoria sintética da evolução ou neodarwinismo

Como vimos, as ideias de Lamarck foram contestadas por vários pesquisadores. As ideias de Darwin e Wallace também não foram aceitas de imediato pela comunidade científica. Para muitas pessoas, era difícil aceitar que as espécies sofriam modificações. Tanto Lamarck como Darwin e Wallace não conseguiram explicar de modo satisfatório a origem da variabilidade nas populações, nem como as características eram transmitidas ao longo das gerações. Muitos cientistas foram resistentes às ideias da teoria de Darwin e Wallace, pois, para aceitá-las, tinham que admitir que a própria espécie humana tinha surgido por evolução, a partir de outros animais. Isso causou discussões intensas na época, pois contrariava o senso vigente de que a espécie humana fosse especial, diferente das demais.

AS CORES NÃO SÃO REAIS.

IMAGENS FORA DE PROPORÇÃO.



Esquema do aumento da frequência de certas características em uma população de acordo com o neodarwinismo.

O reconhecimento dos estudos de Mendel e a compreensão do processo de hereditariedade foram muito importantes para fundamentar as ideias de Darwin e Wallace. Avanços na Genética também ajudaram a responder como as variações surgiam. Foi compreendido que as mutações, alterações que ocorrem ao acaso no material genético, eram um dos agentes responsáveis pelas variações nos indivíduos de uma população.

Esses novos conhecimentos foram incluídos à teoria da evolução de Darwin e Wallace e deram origem à **teoria sintética da evolução**, também conhecida como **neodarwinismo**.

De acordo com a teoria sintética da evolução – a teoria aceita atualmente para explicar a diversidade de seres vivos –, novas características podem surgir por **mutações**, ou seja, por alterações nos genes. Os novos alelos podem levar a novas características. Algumas delas são vantajosas e aumentam a chance de um organismo sobreviver e deixar descendentes; outras podem prejudicá-lo de alguma forma, diminuindo o sucesso na competição com outros organismos e reduzindo suas chances de deixar descendentes; há ainda algumas mutações que podem não fazer nenhuma diferença para a sobrevivência do organismo.



Fonte: POSTLETHWAIT, J. H.; HOPSON, J. L. **Modern Biology**. New York: Holt, Rinehart and Wilson, 2006. p. 300.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Nesse momento, vale retomar os exemplos citados quando foi abordado o lamarckismo. Perguntar aos alunos como a existência de bactérias resistentes a antibióticos e de peixes abissais cegos pode ser explicada pela teoria sintética da evolução. Permitir que troquem ideias entre eles por alguns instantes e escolher alguns alunos para expor suas explicações. Se for o caso, complementar as respostas dadas pelos alunos, explicando que, entre a população de bactérias, havia alguns indivíduos com resistência aos antibióticos. Essa característica pode ter surgido por uma mutação ao acaso e se mostrou vantajosa quando os antibióticos foram introduzidos no ambiente: as bactérias resistentes sobreviveram e deixaram descendentes. Em relação aos peixes cegos, explicar que, em algum momento, mutações levaram ao surgimento de peixes cegos, que se mostraram aptos a viver no ambiente abissal. Assim, esses peixes sobreviveram e deixaram mais descendentes e, com o tempo, essa característica se tornou mais frequente na população desses peixes.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

TEORIA SINTÉTICA DA EVOLUÇÃO OU NEODARWINISMO

É importante que os alunos reconheçam a reprodução sexuada e as mutações como mecanismos que produzem variabilidade genética na população. Verificar se eles compreenderam que a reprodução sexuada propicia a recombinação gênica, ou seja, a mistura de alelos de indivíduos diferentes nos descendentes. Nesse momento, vale recordar com os alunos que o gameta masculino tem metade dos cromossomos paternos e o gameta feminino tem metade dos cromossomos maternos. Na fecundação, esses cromossomos se juntam, restaurando o número diploide da espécie. De forma simplificada, podemos dizer que os indivíduos que se reproduzem de forma sexuada apresentam uma mistura genética das gerações anteriores.

Esclarecer que a mutação é o mecanismo que possibilita surgir um novo alelo na população e a reprodução sexuada garante a combinação dos alelos em novos arranjos nos descendentes. A seleção natural atua sobre esses alelos, selecionando os que são responsáveis por características vantajosas para os indivíduos em determinado ambiente.

Explorar com os alunos o diagrama que resume os principais conceitos envolvidos na formação de novas espécies. Depois, analisar com os alunos o esquema de formação de novas espécies de acordo com o neodarwinismo. Pedir a eles que expliquem o que entendem do esquema. É importante verificar se eles compreenderam que a formação de uma nova espécie acontece depois da seleção natural atuar sobre várias gerações. Aproveitar para desfazer dúvidas e reforçar a explicação de algum conceito, se necessário.

A **reprodução sexuada**, por combinar genes maternos e paternos, também produz combinações novas de genes e de características na descendência. Além disso, na meiose, durante o pareamento dos cromossomos homólogos, pode haver troca de pedaços entre os cromossomos, processo chamado *crossing-over*, o qual também possibilita a **recombinação gênica**, sendo outra fonte de variabilidade genética. Portanto, mutação e reprodução sexuadas são processos importantes de evolução, pois geram variabilidade.

A **seleção natural** (ou **artificial**) atua sobre as variações e, no decorrer do tempo, as alterações genéticas são selecionadas. Aquelas que permitem melhor adaptação dos seres ao ambiente são conservadas. Depois de várias gerações, sob pressões evolutivas diferentes em cada população, essas alterações podem levar ao surgimento de uma nova espécie.



Esquema simplificado da teoria sintética da evolução.



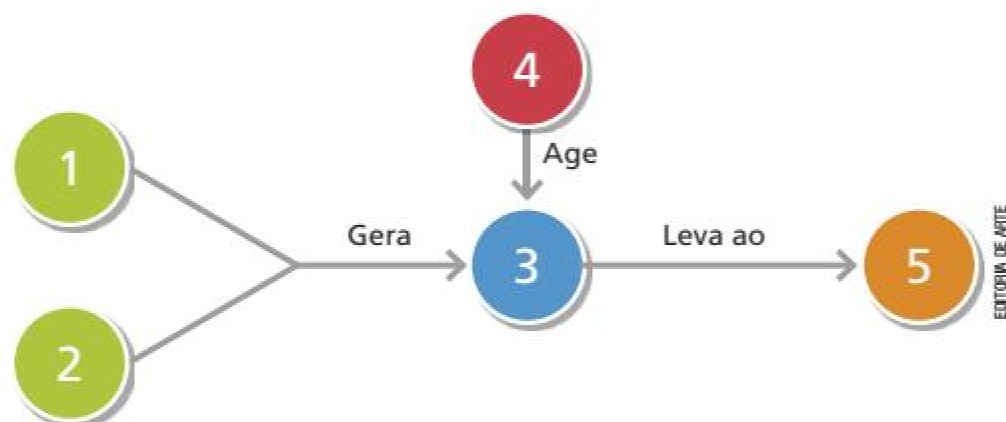
Esquema da formação de novas espécies de acordo com o neodarwinismo.

Fonte: BROOKER, R. J. H. et al. **Biology**. New York: McGraw-Hill, 2008. p. 475.

ATIVIDADES

NÃO ESCREVA NO LIVRO.

1. Analise o diagrama. Depois, substitua os números pelos termos adequados, considerando a teoria sintética da evolução.



2. Imagine uma população de gafanhotos. Para sobreviver, os animais precisam de alimento e abrigo. Para a manutenção da espécie, esses insetos têm que se reproduzir e ter filhotes. Nessa população, há pequenas variações na coloração dos gafanhotos: há indivíduos de coloração verde e outros com coloração marrom. Os gafanhotos verdes têm a cor muito parecida com a das plantas do ambiente em que vivem. Ao longo do tempo, verificou-se que o número de gafanhotos verdes havia aumentado e os insetos dessa cor predominavam nessa população, enquanto o número de gafanhotos marrons havia diminuído.

- Explique o aumento do número de gafanhotos verdes na população, considerando a teoria sintética da evolução.





Gafanhoto de coloração verde (**A**) e gafanhoto de coloração marrom (**B**).

DIVULGAÇÃO PNLD FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ATIVIDADES

1. 1: mutações; 2: recombinação gênica na reprodução sexuada; 3: variação; 4: seleção natural ou artificial; 5: espécie nova.

2. Os gafanhotos marrons eram mais visíveis nesse ambiente e sofreram maior predação. Desse modo, apenas alguns chegaram à idade reprodutiva. A coloração verde conferia uma vantagem aos gafanhotos, fazendo que tivessem maiores chances de sobrevivência e deixassem maior número de descendentes. Por isso, com o tempo, houve predomínio de gafanhotos de coloração verde nesse ambiente. A seleção agiu sobre a variação (cor), o que levou ao predomínio do tipo mais adaptado.

ATIVIDADES

3. a) Espécie é um grupo de populações cujos indivíduos, em condições naturais, são capazes de se cruzar e produzir descendência fértil, e estão isolados reprodutivamente de indivíduos de outras espécies.

b) Não. Eram da mesma espécie, pois foram capazes de cruzar e ter descendência fértil.

4. a) Provavelmente, o ser humano fez diversos cruzamentos entre os ancestrais selvagens do cão, selecionando as características de interesse (animais mais mansos, por exemplo). Com o tempo, depois de várias gerações, obteve o cão doméstico. Novos cruzamentos entre diferentes cães domésticos produziram as várias raças existentes atualmente.

b) Não, pois as diferentes raças ainda podem se cruzar e produzir descendência fértil. Logo, segundo o conceito biológico de espécie, não se trata de espécies diferentes.

3. Um pesquisador estava estudando duas populações de pássaros, cada uma em uma ilha. Ele observou que as aves tinham muitas diferenças, embora ainda conservassem pequenas semelhanças e supôs que os pássaros das duas ilhas compartilhavam de um ancestral comum. As ilhas eram distantes e os pássaros de uma ilha não tinham contato com os pássaros da outra ilha. O pesquisador imaginou que se tratava de duas espécies distintas de pássaros. Porém, ao colocar as aves em contato, notou que elas se cruzaram e produziram descendentes. Sobre isso, faça o que se pede:

a) Pesquise em livros ou na internet e responda: Qual é o conceito biológico de espécie?

b) Os pássaros das diferentes ilhas eram de espécies distintas? Explique.

4. Ao longo da sua existência, o ser humano foi aprendendo a domesticar animais. O cão doméstico, por exemplo, é resultado da seleção artificial de uma espécie que também era ancestral do lobo selvagem.



BILLION PHOTOS/SHUTTERSTOCK.COM

As diferentes raças de cães existentes atualmente são decorrentes da seleção artificial feita pelo ser humano.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

a) Explique como essa seleção artificial pode ter sido feita.

b) É possível dizer que cada uma das diferentes raças de cães é uma espécie distinta? Explique.

Evidências da evolução

Atualmente, diferentes áreas da Biologia fornecem evidências que comprovam a evolução biológica, como a Paleontologia com os estudos dos fósseis; a Anatomia pelos estudos da estrutura corporal, a Embriologia com os estudos do desenvolvimento dos embriões, e a Genética por meio da comparação do DNA.

Fósseis

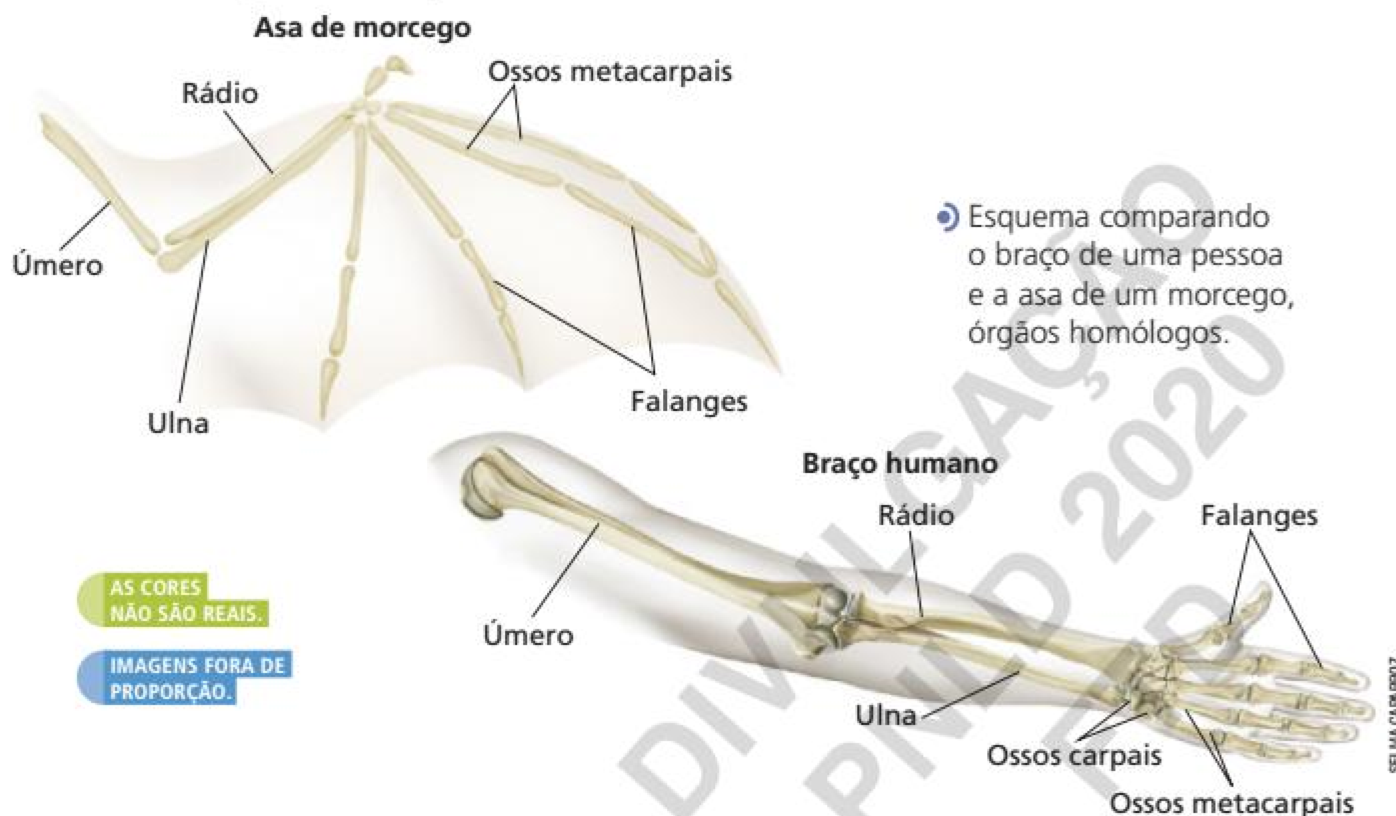
A existência de fósseis é o mais forte indício de que o nosso planeta já foi habitado por seres que não existem mais nos dias de hoje. Alguns fósseis apresentam semelhanças com as espécies atuais, fornecendo evidências de parentesco evolutivo. Os cientistas consideram os fósseis como testemunhos da evolução.


FILIPAO PHOTOGRAPHY/SHUTTERSTOCK.COM

Inseto fossilizado em âmbar.

Anatomia e embriologia comparadas

Estruturas ou órgãos que se formam de modo semelhante durante o desenvolvimento embriológico de determinadas espécies podem indicar ancestralidade comum. Por exemplo, a asa de um morcego e o braço de uma pessoa apresentam estruturas anatomicamente semelhantes. Nesse caso, essas estruturas são chamadas de **órgãos homólogos**. Apesar da origem embrionária comum, os órgãos homólogos podem desempenhar funções diferentes. Isso pode ser explicado pela diversificação decorrente da adaptação dos organismos a modos de vida diferentes, conhecida como **divergência adaptativa**.



Esquema comparando o braço de uma pessoa e a asa de um morcego, órgãos homólogos.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

EVIDÊNCIAS DA EVOLUÇÃO

Os assuntos tratados nessa dupla de páginas e na página seguinte podem ser enriquecidos e ampliados com as **atividades 2** e **5** da seção **Mergulho no tema**.

Recordar com os alunos como os fósseis são formados. Esclarecer que os fósseis são raros e encontrá-los também não é tarefa fácil. Mas eles são uma fonte rica de informações, fornecendo evidências de como era a vida no passado e ajudam a reconstruir a história da diversificação dos seres vivos. Perguntar aos alunos o que eles entendem por "testemunho da evolução". Permitir que eles reflitam por alguns instantes e depois expressem suas ideias. Se necessário, complementar as ideias dos alunos, explicando que os fósseis são provas de que o planeta já foi habitado por espécies diferentes das que existem atualmente, ou seja, são provas de que os organismos se modificam ao longo do tempo. Por isso, são uma das principais evidências do processo de evolução.

Com o desenvolvimento dos conhecimentos científicos e aprimoramento de áreas como Anatomia e Fisiologia, os pesquisadores puderam comparar diversas estruturas dos seres vivos, estabelecendo semelhanças e diferenças entre elas.

Verificar se os alunos compreenderam o que são órgãos homólogos e o que é divergência adaptativa. Explorar o esquema que compara a asa de um morcego com o braço de uma pessoa. Ressaltar que morcego e ser humano são mamíferos, o que os aproxima de alguma forma, indicando que esses animais descendem de uma espécie ancestral comum. Explicar que, durante o processo evolutivo, a forma de certos ossos pode ter se modificado em função da adaptação a modos de vida diferentes, mas o padrão básico observado no ancestral foi mantido. Estabelecer com os alunos as correspondências entre os ossos da asa do morcego e o braço de uma pessoa para que eles percebam as semelhanças.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Verificar se os alunos compreenderam o que são órgãos análogos e o que é convergência adaptativa. Explorar o esquema que compara a asa de um inseto e a asa de uma ave. Orientar a observação, explicando que, em ambos os animais, as asas servem para voar, mas são anatomicamente diferentes. Certificar-se de que os alunos compreenderam que esses animais não têm um ancestral comum exclusivo.

Explicar que a existência de órgãos vestigiais é outra evidência da evolução. Na espécie ancestral, esses órgãos tinham função evidente, mas, ao longo do processo de evolução, perderam a função e nas espécies atuais se apresentam pouco desenvolvidos. Para os alunos participarem da aula, proponha que eles avaliem quantas pessoas da classe apresentam o tubérculo de Darwin.

Se julgar oportuno, comentar que estudos indicam que certos órgãos, como o apêndice vermiforme e o dente do siso, considerados vestigiais por alguns cientistas, estão tendo essa classificação revista, pois eles não são tão inúteis quanto se pensava. Na seção **Para saber mais: professor**, há um *link* com uma reportagem sobre o assunto, que pode fornecer informações interessantes para as conversas em sala de aula.

Há também estruturas ou órgãos que não têm a mesma origem embriológica, mas apresentam funções semelhantes, como as asas de uma ave e de um inseto. Essas estruturas são chamadas de **órgãos análogos**. Isso pode ser explicado pela diversificação decorrente da adaptação a modos de vida semelhantes, a qual faz com que organismos pouco aparentados entre si apresentem estruturas corporais semelhantes, processo denominado **convergência adaptativa**. A evolução dos órgãos análogos ocorre de modo independente nos grupos de seres vivos que não possuem um ancestral comum exclusivo.

AS CORES NÃO SÃO REAIS. IMAGENS FORA DE PROPORÇÃO.



Esquema comparando a asa de uma ave e a asa de um inseto, órgãos análogos.

Além de órgãos homólogos e análogos, há ainda **órgãos vestigiais**, que são estruturas pouco desenvolvidas ou sem função expressiva no organismo. Esses órgãos podem ter sido importantes nos ancestrais. Sua existência nos organismos recentes é uma prova da adaptação.

Nos seres humanos, o tubérculo de Darwin, pequeno engrossamento cartilaginoso da orelha, é considerado uma estrutura vestigial. Essa estrutura pode ter tido função nos nossos ancestrais remotos, os quais tinham orelhas mais pontiagudas e captavam os sons com frequências mais altas. O tubérculo de Darwin deixou de ser vantajoso e regrediu durante o processo evolutivo.

TED KINSMAN/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA



Nos seres humanos, o tubérculo de Darwin (indicado pela seta) é considerado uma estrutura vestigial.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Matéria: Partes do corpo que são vestígios da evolução não são tão inúteis assim. OLIVETO, Paloma. **Estado de Minas**, 2012. Disponível em: <http://livro.pro/qaxqym>. Acesso em: 14 nov. 2018.

Análise de DNA

A análise e a comparação do material genético de diferentes organismos podem ser usadas para estabelecer o grau de parentesco evolutivo. Quanto maior a semelhança molecular, maior a proximidade evolutiva entre os organismos.



Pesquisas indicam que os chimpanzés (**A**) apresentam 98,8% de semelhança genética com os humanos. No caso dos macacos bonobos (**B**), a semelhança com humanos é de 98,7%. Esse fato indica que as três espécies – humanos, chimpanzés e bonobos – possuem parentesco próximo.

ATIVIDADES

NÃO ESCREVA NO LIVRO.

1. Leia a tirinha e responda às questões.



a) Quais são as semelhanças entre baratas e pássaros citadas na tirinha?

b) As asas de uma barata e as asas de uma ave são exemplos de órgãos análogos ou homólogos? Explique.

c) Como é chamado o processo evolutivo que levou baratas e pássaros a terem asas?

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Matéria: Chimpanzés pertencem ao gênero humano, diz pesquisa. BLACK, Richard. **BBC Brasil**, 2003. Disponível em: <http://livro.pro/p9ta8c>. Acesso em: 14 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ATIVIDADES

1. a) Ambos voam, botam ovos e fazem ninhos.

b) São órgãos análogos. As asas de baratas (insetos) e as asas de pássaros são estruturas que não têm a mesma origem embrionária (esses animais não compartilham um ancestral comum), mas apresentam funções semelhantes.

c) Convergência adaptativa. Ressaltar que a convergência adaptativa reflete a ação de pressões seletivas semelhantes, levando ao surgimento de analogias.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

A descoberta da estrutura e do funcionamento do DNA permitiu usar a análise do material genético para estabelecer o parentesco evolutivo entre as espécies. Essa ferramenta, aliada à anatomia e à fisiologia comparadas, ajudou a responder inúmeras perguntas e rever respostas tidas até então como adequadas para determinadas questões.

Aqui, vale rever o que foi tratado na seção **Vamos verificar**. Retomar que nós, seres humanos, não descendemos dos macacos, mas compartilhamos com eles um ancestral comum. Comentar que, depois da análise do material genético de chimpanzé, bonobo e ser humano, alguns cientistas propuseram rever a classificação desses animais, sugerindo que chimpanzés e bonobos fossem incluídos no mesmo gênero que os seres humanos (gênero *Homo*). Na seção **Para saber mais: professor**, há um *link* com informações sobre o assunto.

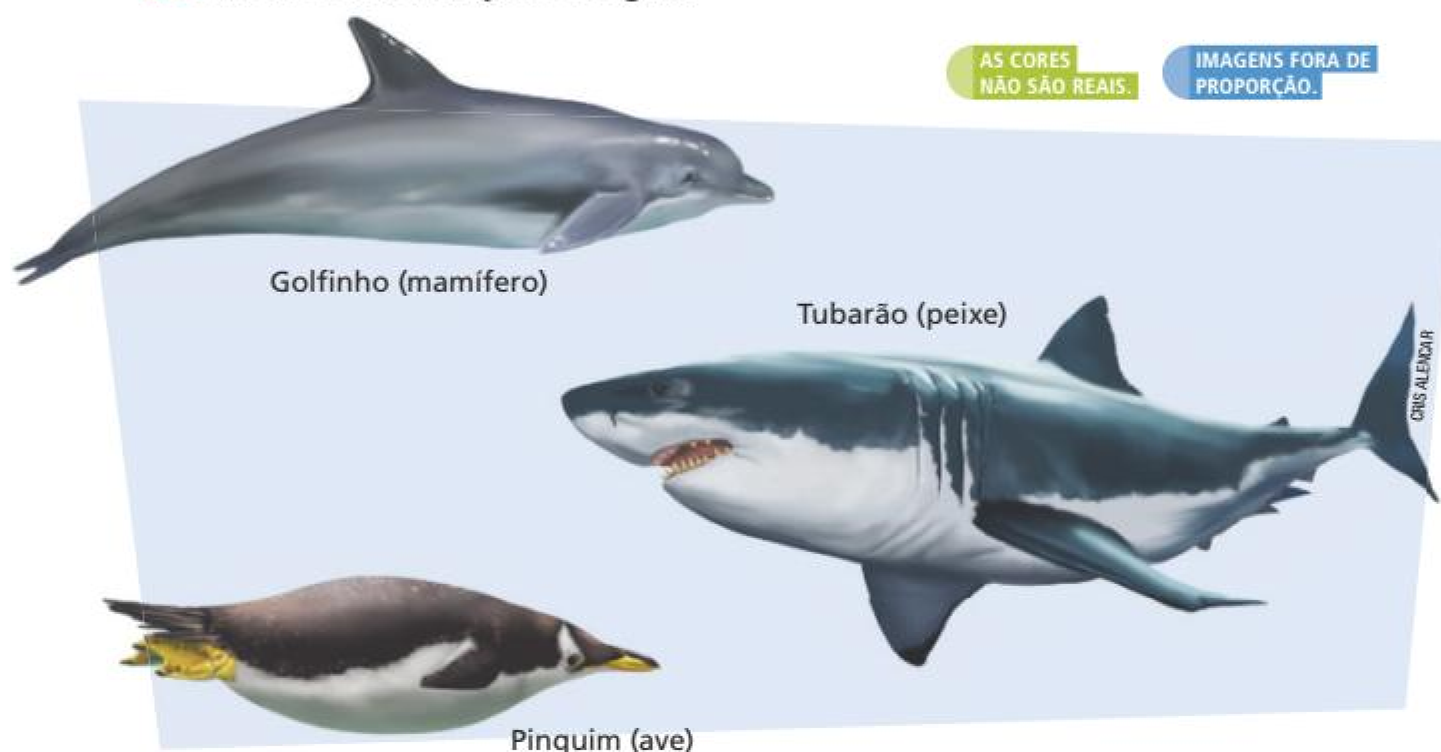
ATIVIDADES

2. Com o aluno 2, pois os animais representados são pouco aparentados entre si e a forma hidrodinâmica do corpo surgiu por convergência adaptativa, que reflete a ação de pressões seletivas semelhantes, levando ao surgimento de analogias.

3. a) Resposta pessoal. Espera-se que o aluno associe o auge da evolução com o estágio mais avançado da evolução. Aproveitar a questão para desfazer a ideia equivocada de que o ser humano é o ser mais evoluído do planeta. Explicar que todas as espécies atuais estão adaptadas ao ambiente em que vivem, não sendo correto dizer que uma espécie é mais evoluída do que a outra. Além disso, o processo de evolução continua acontecendo e atuando sobre todos os organismos.

b) Espera-se que o aluno perceba que a seleção natural continua agindo sobre as características das diversas populações existentes atualmente, de modo que a evolução é um processo em andamento.

2. Observe as ilustrações a seguir.



Analise a explicação dada por dois alunos para o fato de os três animais anteriores terem forma corporal semelhante.

Aluno 1: A forma hidrodinâmica do corpo desses animais reflete a ancestralidade comum, que pode ser comprovada pela manutenção do modo de vida aquático. É um caso de divergência adaptativa.

Aluno 2: A forma hidrodinâmica do corpo desenvolveu-se de forma independente nas diferentes espécies graças à adaptação ao modo de vida aquático. É um caso de convergência adaptativa.

- Com qual aluno você concorda? Explique.

3. Leia a tirinha. Depois, faça o que se pede.



a) O que Calvin quis dizer com "auge da evolução"? Você concorda com ele?

b) O processo evolutivo já chegou ao auge ou ele ainda está em andamento? Explique sua resposta.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

4. Forme dupla com um colega. Juntos, leiam o texto a seguir e respondam às questões.

Apesar da seleção natural, você carrega sinais da evolução em seu corpo



Esse músculo salta no seu braço?

Você já deve ter notado, ao flexionar a mão para dentro, que "salta" do punho um tendão minúsculo, um feixe cartilaginoso com pouco mais de três centímetros entre o punho e o antebraço.

Essa é a parte visível do músculo palmar longo, que já foi muito útil para que nossos ancestrais subissem ou se pendurassem em árvores mas que hoje não tem utilidade funcional – a ponto de 1 bilhão de pessoas no mundo simplesmente não ostentarem o músculo na sua estrutura óssea, sem qualquer prejuízo à sua vida. (Lembrando que somos mais de 7 bilhões no mundo).

Assim como o palmar longo, outros "vestígios" da evolução podem ser facilmente encontrados em qualquer corpo humano: o músculo eretor dos pelos que nos provoca arrepios, os dentes de siso (conhecidos como terceiros molares), o apêndice, o tubérculo de Darwin, o músculo plantar. Todos aparentemente sem utilidade, mas que um dia foram importantes para ancestrais do homem.

[...]

ILHA, F. Apesar da seleção natural, você carrega sinais da evolução em seu corpo. **UOL**. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/ciencia/ultimas-noticias/redacao/2016/04/08/apesar-da-selecao-natural-voce-carrega-sinais-da-evolucao-em-seu-corpo.htm>. Acesso em: 26 set. 2018.

a) De acordo com a Ciência, que nome recebe os órgãos citados na reportagem?

b) Por que podemos considerar esses órgãos evidências da evolução?

c) Se esses órgãos não têm mais utilidade, por que não desapareceram do corpo humano? Se necessário, pesquisem em livros, revistas e internet.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ATIVIDADES

4. a) Órgãos vestigiais.

b) Sua existência nos organismos recentes é uma prova da adaptação. Esses órgãos podem ter sido importantes nos ancestrais.

c) Porque eles não interferem no sucesso reprodutivo do organismo. Então, a seleção natural não atua diretamente sobre eles.

Esclarecer que alguns cientistas não concordam que o apêndice vermiforme é um órgão vestigial. Há hipóteses de que o apêndice possa auxiliar no sistema imunitário, por apresentar tecido linfoide, ou seja, o apêndice seria um repositório de bactérias benéficas para compor a flora intestinal. Na seção **Para saber mais: professor**, há *links* com textos que discorrem sobre o assunto, apresentando as diferentes ideias sobre a função do apêndice vermiforme.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Matéria: Para que serve o apêndice? CAVALCANTE, Meire. **Superinteressante**, 2008. Disponível em: <http://livro.pro/v7eoow>. Acesso em: 14 nov. 2018.
- Matéria: Apêndice humano: Sim, o apêndice tem uma função. SANTOS, Cynthia. **UOL Educação**. Disponível em: <http://livro.pro/d8j43u>. Acesso em: 14 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ENTENDENDO A SELEÇÃO NATURAL

As dinâmicas são sempre uma boa estratégia para envolver os alunos e motivá-los no processo de ensino-aprendizagem. Se houver disponibilidade, na seção **Para saber mais: professor**, há *links* com sugestões de outras dinâmicas que podem ser adaptadas para os alunos do Ensino Fundamental.

Essa atividade coopera para o desenvolvimento da **habilidade EF09CI11**, permitindo que os alunos reconheçam que a seleção natural pode atuar em uma população, aumentando as chances de sobrevivência de indivíduos com determinados fenótipos. Aproveitar para esclarecer que fenótipos que se mostram vantajosos em certas condições ambientais podem ser desvantajosos em outras situações. Informações detalhadas sobre como trabalhar a dinâmica em sala de aula podem ser obtidas no *site* indicado como fonte da atividade. Uma sugestão que é dada na referida página, é repetir essa mesma dinâmica a partir de uma bandeja com uma quantidade três vezes maior de cada tipo de semente ou de fruto, representando mudança nas condições ambientais e disponibilidade maior de recursos.

Aproveitar a atividade para reforçar os conceitos de seleção natural e evolução, ressaltando que a seleção natural é o agente para formação de novas espécies e age sobre as variações dos indivíduos de uma população.

MERGULHO NO TEMA

1. Entendendo a seleção natural

Dinâmica

Durante a sua viagem ao arquipélago de Galápagos, Darwin observou várias espécies de pássaros chamados tentilhões, muito parecidos entre si, mas com bicos de formato e tamanho diferentes. As diferenças nos bicos refletiam os hábitos alimentares distintos de cada uma dessas espécies de aves nas diferentes ilhas do arquipélago. Essas aves fizeram Darwin pensar que elas descendiam de um ancestral comum recente, mas as pressões seletivas diferenciadas em cada ilha fizeram com que elas apresentassem algumas características distintas.

Nessa atividade, você e seus colegas vão fazer de conta que são os tentilhões observados por Darwin em Galápagos.



Representação esquemática de algumas espécies de tentilhões observadas por Darwin.

• Material

- Sementes e/ou frutos de diversos tamanhos, forma e dureza, por exemplo:
  - 5 nozes
  - 10 favas ou amêndoas com casca
  - 25 grãos de milho
  - 35 sementes de girassol
  - 35 grãos de lentilha
  - 35-40 sementes de alpiste
  - 35-40 grãos de painço
- 1 bandeja de 30 cm × 20 cm para colocar as sementes ou frutos
- 3 prendedores de roupa de diferentes tamanhos
- 1 pinça de tirar sobrancelhas
- 1 pegador grande de alimentos ou pinça grande
- cronômetro (pode ser do relógio ou celular).



Exemplo de material preparado para realização da dinâmica.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Matéria: Jogo da evolução. GALVÃO, Mayara Freitas et al. **Genética na Escola**, v. 7 (2), 2012. Disponível em: <http://livro.pro/87saor>. Acesso em 14 nov. 2018.
- Matéria: Entendendo a seleção natural. OLEQUES, Luciane Carvalho et al. **Genética na Escola**, v. 7 (2), 2012. Disponível em: <http://livro.pro/ygffx5>. Acesso em: 14 nov. 2018.

- **Procedimento**

1. Cada grupo formado por 5 alunos deve ter uma bandeja com as sementes espalhadas sobre ela.
2. Cada integrante do grupo deverá escolher um prendedor ou uma pinça de forma e tamanho diferentes.
3. O professor vai marcar 30 segundos. Durante esse tempo, os alunos deverão coletar as sementes e/ou os frutos utilizando os instrumentos e não as mãos. Cada aluno deverá guardar as suas sementes ou frutos sem misturá-los com as sementes e frutos coletados pelos outros colegas. Também deverá manter separados os alimentos coletados em cada uma das rodadas de 30 segundos.
4. Caso algum aluno não tenha conseguido pegar nenhuma semente e/ou fruto, ele não poderá participar da rodada seguinte.
5. Ao final, fazer um levantamento dos tamanhos e quantidades das sementes e/ou frutos coletados por tipo de prendedor ou pinça em cada rodada.

REFLEXÕES

1. O que representa cada uma das ferramentas utilizadas para coletar sementes e/ou frutos?
2. O que representa a bandeja com sementes e/ou frutos?
3. O que representa cada rodada de coleta de sementes e/ou frutos?
4. O que representa a eliminação dos indivíduos que não conseguem coletar sementes e/ou frutos em uma rodada?
5. Qual instrumento foi mais eficiente para pegar as sementes e/ou frutos pequenos?
6. Qual instrumento foi mais eficiente para pegar as sementes e/ou frutos maiores?
7. Partindo da premissa de que as características anatômicas como forma e tamanho do bico são hereditárias, o que aconteceria às populações de tentilhões se só sobrassem sementes e frutos grandes na ilha?
8. Imagine que este seja um ano de chuvas abundantes e a ilha fique coberta de vegetação e a produção de sementes e frutos seja enorme. O que se pode prever em relação ao tamanho dos bicos dos tentilhões para a próxima geração?

DIVULGAÇÃO
PNLD 2020
FTD

Reflexões

1. Cada ferramenta, pinças e pregadores, representam um tipo de bico.

2. A bandeja com sementes representa a variedade e quantidade de sementes disponíveis numa ilha, por exemplo.

3. Cada rodada de coleta pode representar o período de um ano, ou uma geração das aves.

4. A eliminação dos indivíduos que não conseguem coletar sementes representa a morte das aves que não se alimentaram o suficiente durante aquele ano e, portanto, não deixam descendentes.

5. Resposta pessoal. Espera-se que os prendedores e as pinças menores tenham sido mais eficientes para a coleta de sementes e frutos pequenos.

6. Resposta pessoal. Espera-se que as pinças maiores tenham sido mais eficientes para a coleta de sementes e frutos maiores.

7. Em caso de haver apenas sementes e frutos grandes, os indivíduos com bicos maiores conseguiriam coletar uma variedade maior de alimento, aumentando suas chances de sobrevivência e de produção de descendentes. Em outras palavras, haveria uma vantagem adaptativa dos indivíduos com bicos maiores em relação àqueles com bicos menores. Assumindo-se que o tamanho do bico seja uma característica hereditária e caso as condições continuem as mesmas haveria uma tendência de aumento na frequência de indivíduos com bicos maiores ao longo das gerações.

8. A abundância de sementes e frutos e a sua variedade devem oferecer condições de boa alimentação tanto para os indivíduos com bicos grandes como os de bicos pequenos. A seleção não irá agir contra qualquer indivíduo, o que levará a uma população com maior variabilidade nos tamanhos de bico.

2. Camuflagem e mimetismo

Elaboração de jogo

A camuflagem e o mimetismo são dois exemplos de adaptação pela seleção natural.

A **camuflagem** é o fenômeno em que uma espécie apresenta aspectos do corpo que se assemelham ao ambiente em que vive. Por exemplo, o bicho-folha tem o formato do corpo e a cor parecidos aos das folhas das plantas do lugar onde vive, o que lhe permite passar despercebido no ambiente.



Bicho-folha (*Phylium* sp.).

O **mimetismo**, por sua vez, é o fenômeno em que duas espécies diferentes compartilham alguma semelhança reconhecida por outras espécies, o que confere vantagens para uma ou para ambas as espécies miméticas. Por exemplo, a falsa-coral e a serpente coral-verdadeira são espécies miméticas. A primeira não é peçonhenta, enquanto a segunda é. Como essas espécies de serpentes apresentam padrão de listas e coloração semelhantes, as falsas-corais se beneficiam da falsa fama de perigosa, sendo evitada por predadores.



Serpente falsa-coral (*Oxyrhopus* sp.).



Serpente coral-verdadeira (*Micrurus frontalis*).

Nessa atividade, você e seus colegas vão inventar um jogo que trabalhe um desses dois conceitos - camuflagem ou mimetismo -, com a intenção de demonstrar como essas adaptações cooperam para a sobrevivência dos organismos que as apresentam.

Material sugerido

- folha de papel colorido (como os usados para embalar presente)
- folhas de papel ou tecidos de cores diversas
- tesoura com pontas arredondadas
- pinças ou prendedores
- papelão
- cronômetro
- lápis

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

CAMUFLAGEM E MIMETISMO

Essa atividade permite que os alunos exerçam o seu protagonismo, uma vez que eles serão responsáveis por criar um jogo que coopere para a compreensão dos conceitos de camuflagem e mimetismo. Antes de dar início à atividade prática de fato, é necessário explicar o que é adaptação e conceituar camuflagem e mimetismo como características adaptativas de certas espécies de seres vivos. Esclarecer que a camuflagem e o mimetismo são consequências da ação da seleção natural sobre fenótipos existentes em indivíduos de certa população. É importante desfazer o mito de que os organismos se camuflam ou se parecem com outros de propósito, com o intuito de evitar predadores ou conseguir mais presas. As questões propostas podem ajudar nessa compreensão. Na seção **Para saber mais: professor**, há um *link* com uma atividade sobre camuflagem. A referida atividade é indicada para alunos do Ensino Médio, mas com algumas adaptações, pode ser aplicada no Ensino Fundamental. Além disso, essa atividade pode fornecer algumas ideias que podem ser úteis para os alunos na elaboração do próprio jogo.

Foram sugeridos alguns materiais, mas os grupos podem ficar livres para usar outros que se mostrem necessários para o desenvolvimento do jogo pensado por eles. Incentivar a criatividade dos alunos e ajudá-los no que for preciso.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Matéria: O papel da seleção natural na camuflagem. MORI, Lyria; ARIAS, Maria Cristina; MIYAKI Cristina Yumi. **Genética na Escola**, v. 8 (2), 2013. Disponível em: <http://livro.pro/ktr7jm>. Acesso em: 14 nov. 2018.

- **Procedimento**

1. Forme grupo com mais dois colegas. Juntos pesquisem na internet ou em livros outras informações sobre camuflagem e mimetismo.
2. Juntos, pensem em como essas adaptações poderiam ser representadas em um jogo.
3. Proponham qual será o objetivo do jogo e como serão as ações dos participantes.
4. Depois de decidido como será o jogo, avaliem os materiais necessários. Aqui foram sugeridos alguns materiais, mas essa lista pode ser alterada ou ampliada de acordo com a necessidade do jogo elaborado por vocês.
5. Testem o jogo e avaliem se é necessário fazer ajustes. Para tanto, verifiquem se os objetivos propostos pelo grupo foram cumpridos pelo jogo.
6. No dia combinado pelo professor, levem o jogo para a sala de aula. Exponham as regras do jogo do seu grupo aos colegas e ouçam a explicação deles para os outros jogos elaborados.
7. Brinquem com os jogos elaborados pelos colegas.

REFLEXÕES

1. Os organismos se camuflam visando se esconder de seus predadores ou passar despercebidos pelas suas presas?
2. As espécies miméticas desenvolveram características semelhantes a outras espécies com a intenção de serem evitadas por seus predadores?
3. Um indivíduo bem camuflado em determinado ambiente estará necessariamente bem camuflado em qualquer tipo de ambiente? Explique.
4. Seria vantajoso se as espécies miméticas vivessem em ambientes completamente diferentes ou muito distantes um do outro? Explique.
5. Outros grupos elaboraram jogos parecidos ao feito pelo seu grupo?
6. Entre os jogos elaborados pela classe, qual(is) foi(ram) mais apropriado(s) para demonstrar como a camuflagem ou o mimetismo cooperam para a sobrevivência dos indivíduos que apresentam essas características? Façam uma votação na sala e combinem uma feira de Ciências para apresentar os jogos a outras turmas da escola, ensinando a elas como a seleção natural atua sobre as variações e como isso pode levar ao surgimento de espécies que apresentam camuflagem ou mimetismo.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Reflexões

1. Não. Os organismos que se assemelhem mais ao ambiente têm maior chance de sobreviverem à predação e, assim, chegam à idade reprodutiva e deixam maior número de descendentes, aos quais transmitem essa característica, caso sejam hereditárias. Assim, ao longo do tempo, há aumento da frequência destes fenótipos na população.

2. Não. Assim como acontece com a camuflagem, indivíduos com essas características foram selecionados positivamente pela seleção natural ao longo da evolução. A seleção atuou sobre os ancestrais desses animais ao longo de muitas gerações, selecionando os indivíduos com padrão mais semelhante ao da espécie evitada por outros organismos.

3. Não. A camuflagem é vantajosa apenas para o ambiente no qual essa característica foi selecionada positivamente. Se houver qualquer alteração ambiental drástica, que mude as condições desse lugar, a camuflagem pode deixar de ser eficiente, e essa característica passará a ser selecionada negativamente.

4. Não. Para que a característica mimética seja selecionada positivamente, é necessário que as espécies convivam.

5. Resposta pessoal. A elaboração dos jogos tem a intenção de incentivar o protagonismo dos alunos.

6. Resposta pessoal. A ideia é que os alunos sejam divulgadores dos conhecimentos aprendidos.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

A EVOLUÇÃO DOS GATITOS

A atividade permite reforçar o conceito de ancestralidade comum e avaliar se os alunos compreenderam o que é uma árvore filogenética. Retomar com a classe quais são os principais elementos de uma árvore filogenética: ancestral comum, nó, ramos e etc.

Explicar que os grupos externos ajudam a prever o parentesco entre as espécies dos grupos internos, pois permitem definir homologias e comparar os estados de cada caráter para definir as apomorfias. Na seção **Para saber mais: professor**, há um *link* com um documento que traz explicações detalhadas sobre sistemática filogenética, abordando o que são apomorfias e outros conceitos relacionados às árvores filogenéticas.

Permitir que os alunos reflitam por alguns minutos e tentem desenhar a árvore filogenética. Ressaltar que os gatitos são animais hipotéticos. Questionar como a história evolutiva dos gatitos poderá ser representada em uma árvore filogenética a partir das características observadas. Perguntar a eles que características devem ser consideradas: as compartilhadas por todos os gatitos ou as exclusivas de algum deles? Conduzir a conversa de modo que os alunos reconheçam que, para a construção da árvore filogenética, é interessante começar observando quais características são compartilhadas com todos os gatitos (isso ajudará a encontrar a base da árvore filogenética). Explicar que essas características representam os traços herdados do ancestral comum. Orientá-los a continuar a construir a árvore filogenética, percorrendo as características que agrupam dois ou três gatitos, até as características exclusivas de cada um.

3. A evolução dos gatitos

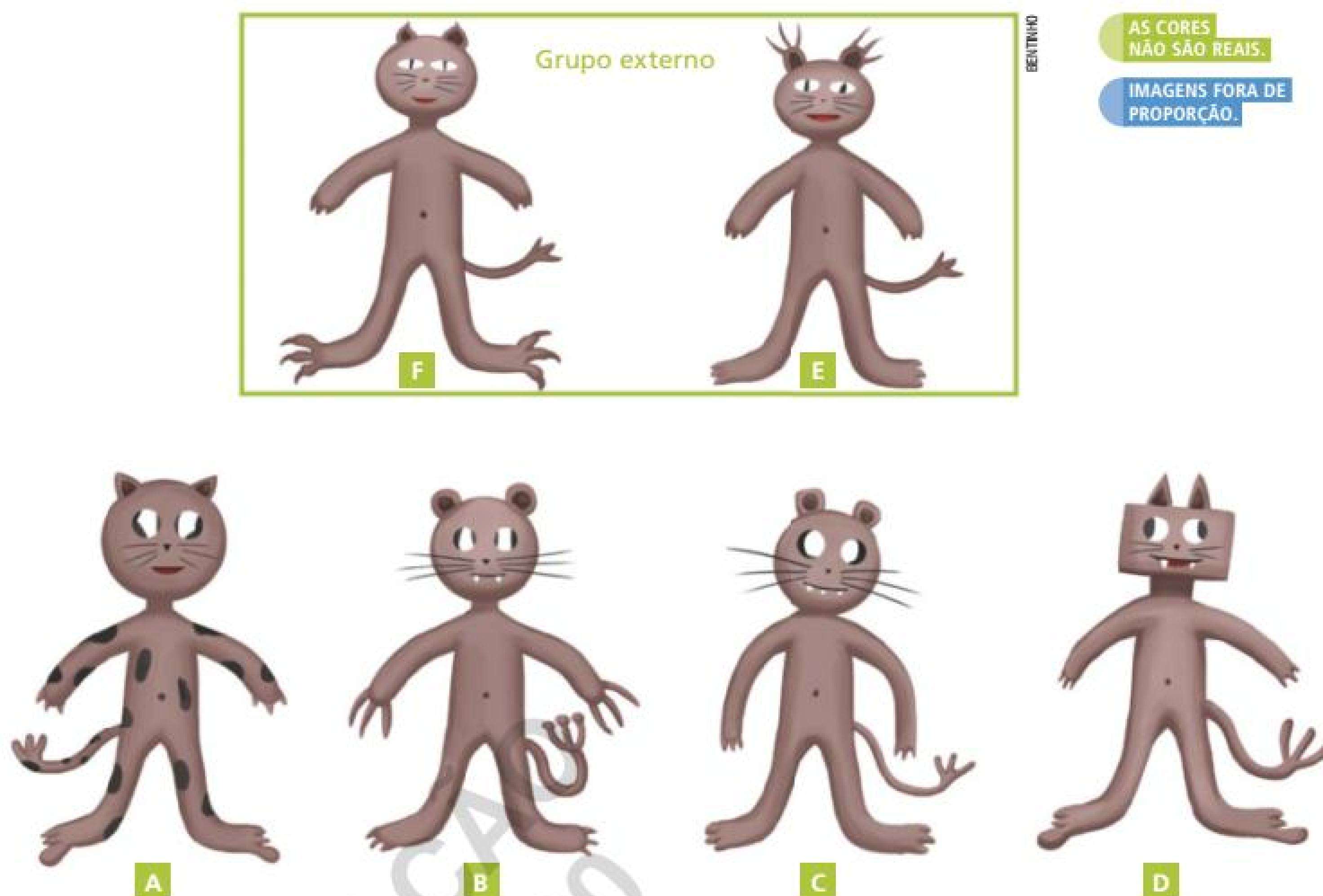
Nessa atividade, você e seus colegas vão construir uma árvore de parentesco evolutivo para espécies de gatitos (animais hipotéticos).

• Material

- caderno

• Procedimento

1. Forme grupo com 3 colegas. Juntos, observem e analisem as figuras a seguir, que representam diferentes espécies de gatitos.



Exemplo de seis espécies hipotéticas (gatitos) com aspectos morfológicos distintos.

Elaborado com base em: CANAL CEDERJ. **Unidade 4**: A árvore e os arbustos da vida. p. 126. Disponível em: <https://canalcederj.cecierj.edu.br/recurso/14656>. Acesso em: 26 set. 2018.

2. Os gatitos A, B, C e D compartilham um ancestral comum, e os gatitos E e F mantêm uma relação de parentesco com as outras quatro espécies de gatitos. Entretanto, não compartilham o mesmo ancestral comum, sendo por esse motivo denominados grupo externo.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Texto: Noções básicas de sistemática e filogenética. LOPES, Sônia Godoy Bueno Carvalho; HO, Fanly Fungyi Chow. **Vida e Meio Ambiente**: Disponível em: <http://livro.pro/hxeus9>. Acesso em: 14 nov. 2018.

3. Comparem os gatitos A, B, C e D em relação aos E e F. No caderno, façam uma tabela como a mostrada abaixo e anotem a seguir as características que esses quatro gatitos possuem de diferente do grupo externo.

4. Nomeiem as características de forma sucinta, por exemplo, "Cabeça quadrada" observada no gatito D.

5. Para cada espécie de gatito, marquem "X" para a presença da característica e "0" para ausência dela. Desse modo, vocês vão construir uma matriz de dados que ajudarão na elaboração de uma hipótese filogenética para os gatitos.

Características	A	B	C	D
Cabeça quadrada	0	0	0	X

6. Após o levantamento das características, construam a árvore filogenética dos gatitos. Vale lembrar que as espécies de gatitos que compartilham o maior número de características são consideradas as mais aparentadas entre si.

7. Compartilhem a árvore filogenética elaborada pelo seu grupo com os demais colegas e comparem-nas.

Elaborado com base em: CANAL CEDERJ. **Unidade 4**: A árvore e os arbustos da vida. p. 127. Disponível em: <https://canalcederj.cecierj.edu.br/recurso/14656>. Acesso em: 26 set. 2018.

REFLEXÕES

1. As árvores filogenéticas construídas pelos diferentes grupos de alunos foram iguais? Caso a resposta seja afirmativa, expliquem os possíveis motivos da semelhança. Caso a resposta seja negativa, expliquem os possíveis motivos das diferenças.

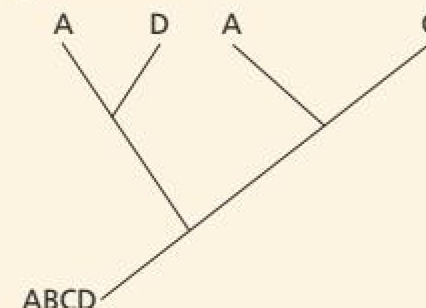
2. É mais fácil ou mais difícil perceber as relações de parentescos entre as espécies por meio da análise das árvores filogenéticas? Justifiquem.

3. O que pode ter causado o surgimento das diferentes características e, consequentemente, a formação de diferentes espécies de gatitos?

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Reflexões

1. Este é um dos modelos que poderão ser construídos, uma vez que a elaboração da árvore filogenética dependerá das características observadas pelos alunos.



É possível que as árvores desenhadas não sejam todas iguais, pois os alunos podem ter estabelecido características diferentes para serem consideradas na construção. A construção das árvores depende das características observadas pelos alunos. Ressaltar que as árvores filogenéticas são hipóteses sobre o parentesco evolutivo entre as espécies, e não fatos definitivos.

2. Espera-se que os alunos reconheçam as árvores filogenéticas como forma de organizar as informações sobre parentesco evolutivo, facilitando a compreensão.

3. A mutação e a recombinação gênica durante a reprodução sexuada, que levaram à variabilidade, sobre a qual atuou a seleção natural. Diferentes pressões seletivas levaram ao surgimento de diferentes espécies.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

A EVOLUÇÃO HUMANA

A atividade, além de apresentar a evolução humana, permite o trabalho com interpretação de texto. Orientar os alunos a anotar o nome das espécies à medida que forem lendo o texto. Essa é uma boa estratégia para auxiliar na construção da árvore filogenética. Se julgar necessário, oriente-os na pesquisa de enriquecimento dos dados apresentados no texto, buscando por informações em fontes confiáveis. Na seção **Para saber mais: professor**, há *links* com textos sobre a evolução humana que podem ser compartilhados com os alunos, caso julgar adequado. Aproveitar para falar sobre a importância dos fósseis para a construção da história do ser humano. Salientar ainda que há muitas lacunas com poucas evidências fósseis na nossa história. Explicar que tudo o que se sabe até o momento sobre a evolução humana pode ser modificado, caso sejam descobertos fósseis que levem a outros caminhos. Na mesma seção, há um vídeo sobre o assunto.

4. A evolução humana

Nessa atividade você e seus colegas vão construir uma árvore filogenética para a espécie humana, desde o ancestral comum de chimpanzés e humanos até a espécie atual.

Material

- Caderno
- Livros, revistas e dispositivo com conexão à internet.

Procedimento

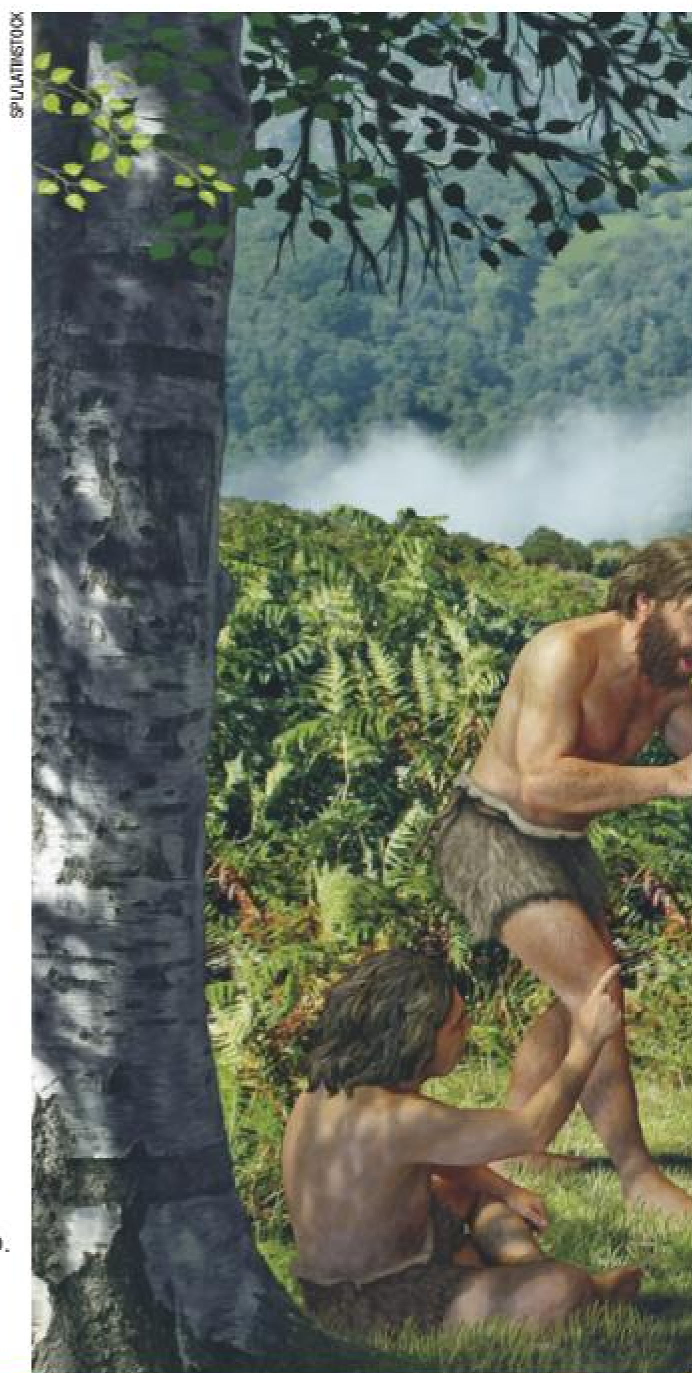
1. Forme um grupo de acordo com as orientações do professor.
2. Leiam o texto a seguir.

Evolução humana

A África é um importante local de achados fósseis sobre a história humana. Em 2001, o paleontólogo francês Michel Brunet (1940-) encontrou um fóssil no deserto de Chade (África) com idade entre 7-6 milhões de anos, o qual foi chamado de *Sahelanthropus tchadensis*. Esse fóssil é considerado o ponto evolutivo em que nossa ancestralidade divergiu daquela que originou os chimpanzés.

O gênero *Australopithecus* é tido como o primeiro grupo de primatas e como antecessor direto do gênero *Homo*, ao qual pertencemos. Muitas espécies de australopitecos podem ter coexistido e competido entre si. Todas se extinguiram, mas uma deve ter sido ancestral do gênero *Homo*.

Acredita-se que o *Homo erectus* pode ter sido contemporâneo ao *H. sapiens*. Sugere-se que o *H. heidelbergensis* tenha dado origem ao *H. sapiens* na África e ao *H. neanderthalensis* na Europa. O *H. sapiens* e o *H. neanderthalensis* podem ter competido por espaço e alimento. Os neanderthalensis acabaram sendo extintos. O *H. sapiens* já existia há cerca de 150 mil anos, mas, por volta de 50 mil anos, essa espécie prevaleceu sobre os demais hominídeos.


SPL/LATINSTOCK

Representação artística de um grupo de hominídeos que viviam em dada região.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Texto: **Evolução humana**: sinopse. LABORATÓRIO DE ESTUDOS EVOLUTIVOS HUMANOS. Disponível em: <http://livro.pro/nca2c7>. Acesso em: 14 nov. 2018.
- Matéria: Mais um ramo em nossa árvore evolutiva. COSTA, Felipe A. P. L. **Ciência Hoje**, 2010. Disponível em: <http://livro.pro/7up7iz>. Acesso em: 14 nov. 2018.
- Vídeo: **USP talks #12**: evolução humana. Produzido por: Universidade de São Paulo. Brasil, 2017. Disponível em: <http://livro.pro/7jhazm>. Acesso em: 14 nov. 2018.

3. Pesquisem em livros, revistas e na internet mais informações sobre a evolução humana. Anotem no caderno as principais espécies, em que período cada uma existiu e outras informações que julgarem interessantes.

4. Com os dados do texto e da pesquisa realizada pelo grupo, elaborem uma árvore de parentesco evolutivo para a espécie humana, considerando as espécies extintas e a espécie atual.

5. No dia combinado pelo professor, compartilhem a árvore filogenética construída pelo seu grupo com os outros colegas e comparem os diagramas construídos pela classe.

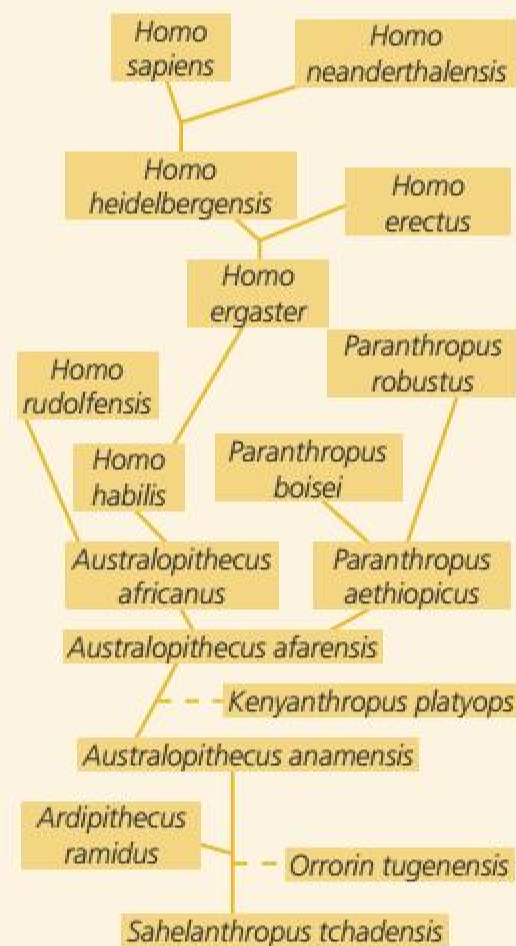
REFLEXÕES

1. Qual é o principal meio para obter informações sobre o parentesco evolutivo de uma espécie?

2. É possível afirmar que as relações de parentesco para a espécie humana representada na árvore construídas por vocês são definitivas? Expliquem.

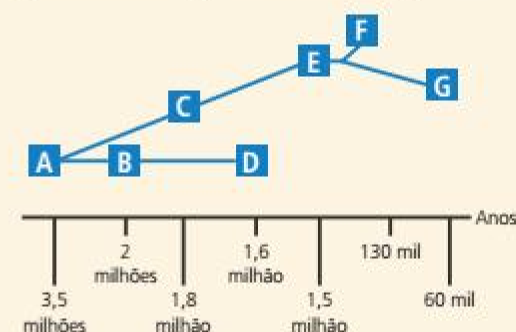


Outra proposta de árvore filogenética para a espécie humana é:



Elaborado com base em: MUSEU VIRTUAL DA EVOLUÇÃO HUMANA. Árvore Filogenética. Disponível em: <http://www.ib.usp.br/biologia/evolucaohumana/proposta/arvore-filogenetica.html>. Acesso em: 14 nov. 2018.

Mas os alunos podem propor uma filogenia mais simples:



Legenda:

- **A** *Australopithecus afarensis (Lucy)*
- **B** *Australopithecus africanus*
- **C** *Homo habilis*
- **D** *Paranthropus robustus*
- **E** *Homo erectus*
- **F** *Homo neanderthalensis*
- **G** *Homo sapiens*

Elaborado com base em: POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. Vertebrate Life. San Francisco: Pearson Education, 2009. p. 646.

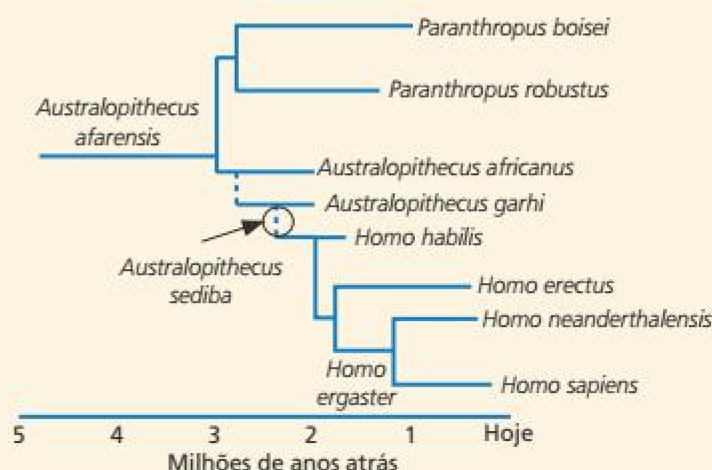
Reflexões

1. Os fósseis.

2. Não. Novos achados fósseis podem alterar as relações feitas até o momento.

3. Ao longo do tempo, existiram várias espécies de seres humanos. Algumas espécies chegaram a conviver e competiram entre si.

A árvore filogenética atual da espécie humana é parecida com esta:



Elaborado com base em: COSTA, Felipe A. P. L. Mais um ramo em nossa árvore evolutiva. **Ciência Hoje**, 2010. Disponível em: <http://cienciahoje.org.br/artigo/mais-um-ramo-em-nossa-arvore-evolutiva/>. Acesso em: nov. 2018.

A PRESERVAÇÃO DA HISTÓRIA

O incêndio que atingiu o Museu Nacional do Rio de Janeiro mobilizou pessoas do Brasil e de diversos outros países, tamanha a perda histórica, cultural e científica ocasionada pela tragédia. Aproveitar a atividade para conversar sobre a importância dos museus. Se houver possibilidade, programar uma visita a um museu da região, estabelecendo os objetivos da visita previamente para que ela seja mais do que uma atividade recreativa.

Se julgar oportuno, propor que os alunos pesquisem qual é a importância do fóssil de Luzia. O texto citado a seguir pode ser compartilhado com a classe.

Fragmentos do crânio de Luzia são encontrados no Museu Nacional

Expectativa é de que o crânio seja quase totalmente reconstituído

O Museu Nacional anunciou hoje (19) [de out. 2018] que o crânio de Luzia foi encontrado em fragmentos em meio a escombros do edifício que pegou fogo no dia 2 de setembro. Trata-se do fóssil mais antigo já encontrado no continente americano, considerado uma das principais relíquias que a instituição guardava.

O crânio ficava armazenado em uma caixa de metal, dentro de um armário. Essa caixa também foi encontrada parcialmente destruída. Cerca de 80% dos fragmentos encontrados já foram identificados. A expectativa é de que o crânio seja quase totalmente reconstituído, mas a extensão dos danos e das perdas ainda precisará ser avaliada. Também foram encontradas outras partes de Luzia que o Museu Nacional guardava, incluindo um fêmur.

De acordo com a arqueóloga Cláudia Carvalho, chefe da equipe de resgate do acervo, o esqueleto era frágil, razão pela qual ele não ficava em exposição permanente. “Parte do crânio que estava reconstituído perdeu a cola, então tivemos a liberação de fragmentos que estavam unidos. E alguma parte também foi afetada pelo fogo”, contou. O que estava em exposição na ocasião do incêndio ainda não foi encontrada. Isso inclui fragmentos da bacia e ossos das pernas e dos braços.

[...]

RODRIGUES, L. Fragmentos do crânio de Luzia são encontrados no Museu Nacional. **Agência Brasil**, 2018. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-10/fragmentos-do-cranio-de-luzia-sao-encontrados-no-museu-nacional>. Acesso em: 14 nov. 2018.

5. A preservação da história

O Museu Nacional do Rio de Janeiro, localizado na Quinta da Boa Vista, em São Cristóvão (Rio de Janeiro), é o museu mais antigo e uma das instituições científicas mais importantes do Brasil. Ele foi fundado em 1818 por D. João VI.

Na noite de 2 de setembro de 2018, um incêndio destruiu grande parte de seu acervo, com cerca de 20 milhões de itens, como fósseis, múmias, peças indígenas e muitos outros objetos únicos e insubstituíveis.



Museu Nacional do Rio de Janeiro em chamas. Rio de Janeiro (RJ), 2018.

CELSO PUPO / FOTOARENA

80

Entre esses itens estava o crânio de Luzia, o fóssil humano mais antigo já encontrado nas Américas, com cerca de 12 mil anos de idade, descoberto em Lagoa Santa (Minas Gerais), em 1974.


Crânio e réplica da reconstituição facial de Luzia que estavam no acervo do Museu Nacional do Rio de Janeiro.

ISMAR INGBER/PULSAR IMAGENS

Também faziam parte do acervo do museu o meteorito achado em 1784, em Monte Santo, no Sertão da Bahia, e diversas múmias, como a de um indígena Aymara, pertencente a um grupo pré-colombiano que vivia perto do Lago Titicaca, entre Peru e Bolívia. Além disso, diversos documentos históricos também viraram cinzas.

O acidente foi uma tragédia. O acervo do museu Nacional do Rio de Janeiro foi essencial para inúmeras pesquisas, de diferentes ramos do conhecimento, importantíssimas para o Brasil e para o mundo.

REFLEXÕES

1. Na cidade, estado ou região onde você mora há museus? Se sim, cite os que conhece.
2. Você costuma visitar os museus da região onde mora ou de outros lugares quando viaja? Por quê?
3. Uma visita ao museu pode trazer que tipos de benefícios aos visitantes?
4. Qual é a importância dos museus?
5. Em sua opinião, por que muitos museus não recebem o financiamento de que necessitam?
6. Como incentivar as pessoas a prestigiar e valorizar esses ambientes de conhecimento?

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Reflexões

Respostas pessoais. A intenção é fazer com que os alunos percebam e valorizem os museus como locais de cultura e conhecimento. É preciso imbuí-los ao hábito de visitar esses espaços. Há diferentes tipos de museus: de arte, histórico, de ciências, biográfico, militar e temático, por exemplo. No endereço a seguir há um guia dos museus brasileiros, separados por região para facilitar a consulta.

- IBRAM. **Guia dos Museus Brasileiros**. Disponível em: <http://livro.pro/tokztm>. Acesso em: 16 nov. 2018.

Discutir por que no nosso país a cultura e a ciência ainda não são consideradas prioridades, fato que pode ser comprovado pela falta de investimento na conservação de museus e outras instituições de caráter sociocultural e científico.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

MAIS

O que maravilhou o sr Darwin. A leitura desse livro pode ser sugerida antes da apresentação das ideias de Charles Darwin sobre a origem das várias espécies de seres vivos. Assim, os alunos podem ter mais subsídios para conversar sobre o que levou Darwin a propor a seleção natural como agente responsável pela evolução dos seres vivos.

As origens da humanidade. Esse vídeo pode ser exibido para complementar a **atividade 4** da seção **Mergulho no tema**, de modo a enriquecer e ampliar as ideias sobre evolução humana.

Dois pais de uma teoria. O texto presente nessa página pode ser usado para reforçar a participação de Wallace na elaboração da teoria da evolução, uma vez que apenas Darwin costuma ser lembrado por esse feito. O vídeo dessa página permite ainda sintetizar as principais ideias que explicam a origem das diversas espécies de seres vivos.

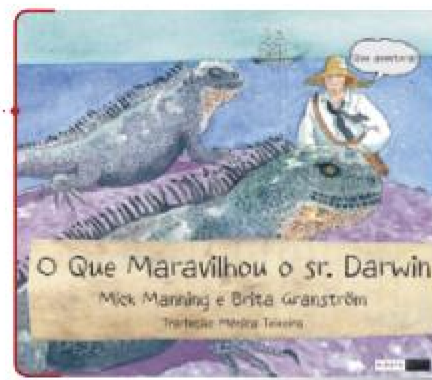
Uma viagem de descobertas. As informações dessa página podem ser usadas para enriquecer e ampliar o que foi apresentado sobre Charles Darwin e sua viagem a bordo do navio Beagle, a qual possibilitou inúmeras descobertas e permitiu a elaboração da teoria da evolução.

MAIS

LIVRO

- **O que maravilhou o sr. Darwin**
  Mick Manning e Brita Granström. São Paulo: Biruta, 2012.

Nesse livro é contada parte da história de vida de Darwin. Os leitores acompanham as descobertas do naturalista pelas Ilhas Galápagos, pelos Andes e pela floresta tropical brasileira. As ideias de Darwin, que mudaram a forma como compreendemos a natureza, são apresentadas de forma simples e bem-humorada.



BIRUTA

VÍDEO

- **As origens da humanidade**

O vídeo mostra que diversas espécies de humanos habitaram a Terra e algumas delas até conviveram por um tempo. Disponível em: <http://livro.pro/3cxn2v>. Acesso em: 8 out. 2018.

SITES

- **Dois pais de uma teoria**

Nesse endereço, é contada a história da evolução e a contribuição de Charles Darwin e Alfred Wallace para a formulação da teoria evolucionista. Há também *hiperlinks* que direcionam para páginas com informações sobre Darwin e Wallace e para um vídeo (em português de Portugal) intitulado "Nós, os fantásticos seres vivos", que trata de como surgiu a diversidade de espécies no planeta. Disponível em: <http://livro.pro/5bq8z3>. Acesso em: 8 nov. 2018.



ANDERSON MOÇO, BRUNO LOZICH / NOVA ESCOLA

- **Uma viagem de descobertas**

De forma interativa, é possível conhecer os lugares explorados por Charles Darwin durante a viagem que fez a bordo do navio inglês Beagle. Disponível em: <http://livro.pro/4pk3im>. Acesso em: 8 out. 2018.

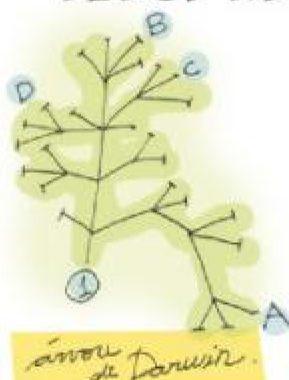
DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

FIM DE PAPO

FIXISMO ≠ TRANSFORMISMO

AS ESPÉCIES SÃO IMUTÁVEIS E FORAM CRIADAS POR UMA ENTIDADE SUPERIOR

ADMITE QUE OS SERES VIVOS MUDAM COM O TEMPO



LAMARCK

EVOLUÇÃO LINEAR

LEI DO **USO E DESUSO**

TRANSMISSÃO DOS CARACTERES ADQUIRIDOS

AGENTE TRANSFORMADOR NO LAMACKISMO: AMBIENTE

DARWIN E WALLACE

EVOLUÇÃO POR DIVERGÊNCIA

–

VARIABILIDADE ENTRE OS INDIVÍDUOS DE UMA POPULAÇÃO



Seleção natural

AGENTE QUE LEVA AO SURGIMENTO DE **NOVAS ESPÉCIES**

MARCOS GUILHERME

1. Retome suas respostas às questões da abertura da Unidade.
- Você alteraria alguma das suas respostas? Se sim, como e por quê?

2. Usando as palavras do quadro, responda à seguinte questão:
- Por que existem diferentes espécies?

seleção natural	evolução	variabilidade	espécies

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

FIM DE PAPO

Aproveitar essa seção para revisar o conteúdo estudado e avaliar a compreensão dos estudantes. Pedir à turma que observe as informações ilustradas e classifique cada um dos itens da seguinte maneira:

- Compreendi bem.
- Entendi, mas tenho dúvidas.
- Não entendi.

Essa classificação pode ser feita individualmente ou com a turma toda, pela criação de uma tabela na lousa. Outra opção é reunir os alunos em grupos, de modo que possam conversar entre si sobre suas dúvidas. Verificar quais assuntos originaram mais dúvidas e avaliar como retomá-los para esclarecê-las.

Respostas

1. Espera-se que os estudantes revisem as respostas que deram inicialmente às questões da abertura e as alterem ou complementem, de acordo com o que aprenderam. Ao confrontarem o que sabiam sobre o assunto antes e depois do estudo da Unidade, os alunos têm um estímulo para desenvolver a metacognição. Essa atividade pode ser feita em grupos, estimulando a colaboração entre os alunos para o esclarecimento de dúvidas.

2. Esta atividade tem o intuito de desenvolver a capacidade de síntese dos estudantes. Ao elaborar a resposta, espera-se que os alunos relacionem os conceitos listados de modo a explicitar a influência da seleção natural na formação de novas espécies. Possibilidade de resposta: As mutações e as recombinações de genes que ocorrem na reprodução sexuada geram variabilidade nas características dos indivíduos. A seleção natural atua selecionando os indivíduos com características mais vantajosas para o ambiente no qual eles vivem. Os indivíduos mais aptos têm maiores chances de se reproduzir e deixar descendentes com as mesmas características vantajosas, e, ao longo do tempo, pode levar à formação de novas espécies.

Para complementar o fechamento da Unidade, pode ser proposta a produção coletiva de um material que simbolize o que foi estudado, segundo a opinião dos estudantes. Pode ser um texto escrito com a colaboração de todos, uma pintura, um vídeo, uma escultura etc. Realizando esse trabalho ao final de todas as Unidades, será possível acumular os materiais produzidos e criar uma exposição para a turma no final do ano letivo. Essa atividade propicia um momento de reflexão sobre o que foi estudado, no qual os alunos podem expor suas opiniões sobre a importância dos assuntos abordados, as dificuldades que tiveram, entre outros.

PROPOSTA DA UNIDADE

Esta Unidade propõe um estudo sobre a matéria, desde sua constituição até as transformações pelas quais ela pode passar. Para isso, inicia-se com uma análise histórica do desenvolvimento do conhecimento acerca da natureza da matéria, desde os filósofos gregos. Os primeiros modelos atômicos científicos são apresentados a partir da proposta de Dalton, passando por Thomson, Rutherford e Bohr – os modelos atômicos tradicionalmente abordados no ensino de Ciências. No decorrer dessa análise, discutem-se características essenciais do conhecimento científico, como a sua constante evolução. A Unidade prossegue com o estudo dos elementos químicos e da tabela periódica, passando em seguida para as transformações físicas e químicas da matéria. Esse assunto, que já foi abordado de diferentes maneiras em anos anteriores do Ensino Fundamental, é retomado aqui sob o ponto de vista submicroscópico, com o suporte dos conceitos desenvolvidos no início da Unidade. Ao tratar das transformações Químicas, são abordados conceitos fundamentais para a Química, como as leis de conservação de massas e de proporções definidas. As atividades propostas na seção **Mergulho no tema** procuram fazer um contraponto à natureza abstrata desse conteúdo, por meio de abordagens lúdicas e contextualizadas.



De que são feitas todas as coisas?



Essa obra de arte, denominada **Atomium**, foi projetada pelo arquiteto belga André Waterkeyn e construída em 1958 em Bruxelas, na Bélgica. Tem 103 metros de altura e representa um cristal de ferro ampliado 165 milhões de vezes.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

HABILIDADES p. XXVI

- EF09CI01
- EF09CI02
- EF09CI03

COMPETÊNCIAS

GERAIS p. VII

- 1, 2, 3 e 4.

ESPECÍFICAS p. XII

- 1, 2, 3 e 5.

CONTEÚDOS CONCEITUAIS

- Constituição da matéria.
- Modelos atômicos.
- Elementos químicos.
- Tabela periódica.
- Mudanças de estado físico.
- Transformações químicas.
- Ligações químicas.
- Reações químicas e equações químicas.



ALAN BAXTER/GETTY IMAGES

PARA INÍCIO DE CONVERSA

1. Com o que essa estrutura se parece, na sua opinião?

2. O que você acha que as esferas representam? E as vigas que as conectam?

3. O nome *Atomium* faz referência à palavra átomo. O que são átomos? Eles são visíveis?

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Utilizar a leitura e análise da imagem de abertura, com suporte das questões fornecidas, para avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca da composição da matéria. Convém observar que para este momento não se espera que os alunos tenham respostas corretas às questões apresentadas. Elas servem apenas para diagnosticar o ponto de partida dos alunos com relação ao tema apresentado. Além das perguntas propostas na seção **Para início de conversa**, podem ser feitas outras, como "Por que será que o arquiteto escolheu essa forma?", "Será que todos os átomos são iguais?", entre outras. A partir desse levantamento inicial, o professor pode determinar quais assuntos devem ser trabalhados com mais cuidado e quais já são conhecidos pelos estudantes.

PARA INÍCIO DE CONVERSA

1. Resposta pessoal. O nome da obra, *Atomium*, pode levar os alunos a suporem, inicialmente, que a estrutura retrata um átomo. Espera-se que, ao retomar essa questão, ao final da Unidade, os estudantes reconheçam que se trata de uma molécula.

2. Resposta pessoal. As esferas representam átomos; as vigas representam ligações químicas.

3. Átomos são partículas constituintes da matéria; eles não são visíveis nem com o uso de microscópios potentes.

NO DIGITAL – 2º bimestre

- Veja o plano de desenvolvimento para a Unidade **3**.
- Desenvolva o projeto integrador sobre mulheres na Ciência.
- Explore a sequência didática sobre conservação da matéria, que trabalha a habilidade **EF09CI02**.
- Acesse a proposta de acompanhamento da aprendizagem.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

IDEIAS SOBRE A MATÉRIA

Aplicar o questionamento proposto no primeiro parágrafo para a turma e analisar as respostas apresentadas. Esse momento também é propício para fazer um levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto que será desenvolvido ao longo da unidade.

A teoria dos quatro elementos pode ser empregada como exemplo de como o conhecimento muda ao longo do tempo. Essa teoria foi defendida por pensadores muito influentes, como Platão e Aristóteles, o que contribuiu para que fosse aceita por bastante tempo. Para ele, tudo o que existia no mundo sublunar (abaixo da Lua) era composto por uma combinação de diferentes quantidades de cada um dos quatro elementos. O mundo sublunar seria perfeito, composto por um quinto elemento, o éter. No diagrama que representa a teoria dos quatro elementos, é possível notar, além dos elementos terra, fogo, ar e água, as qualidades ditas predominantes em cada um; respectivamente: SICCITAS (secura), CALIDITAS (calor), HVMIDITAS (humidade) e FRIGIDITAS (frio).

Cabe comentar que tanto a teoria dos quatro elementos quanto a teoria atomística de Leucipo de Mileto não podem ser consideradas científicas; a ciência moderna teve origem somente muitos séculos depois dos eventos retratados nesta página. As explicações que essas teorias proporcionavam não eram baseadas em evidências nem eram colocadas à prova.

Ideias sobre a matéria

Imagine que você tenha um copo com água e retire uma gota dele. Dessa gota, você então retira uma fração menor ainda, ficando com uma gotícula microscópica. Agora, imagine que você possa continuar esse processo até o limite, obtendo a cada passo uma quantidade de água menor. Até que ponto é possível continuar "dividindo" a água? Em outras palavras, qual é a menor parte que forma a água?



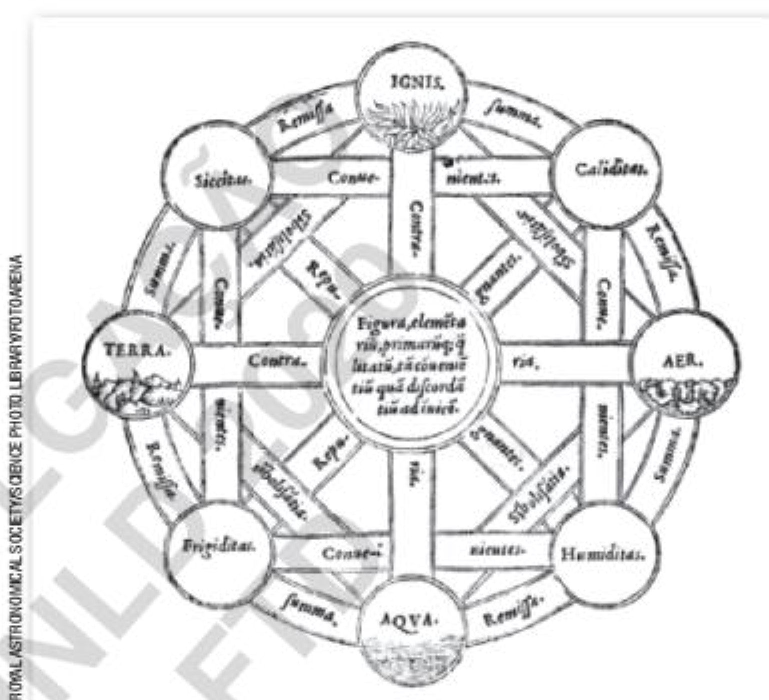
Retrato de Leucipo de Mileto.

Esse questionamento não é novo. Há milênios as pessoas manifestam curiosidade sobre como os corpos, não somente a água, são formados. Qual é a menor parte de uma barra de ouro? E dos gases que formam o ar? Muitos pensadores e, posteriormente, cientistas se dedicaram a buscar as respostas para essas questões.

Na Grécia antiga, o filósofo Leucipo de Mileto (460 a.C.-420 a.C.) propôs que toda a matéria fosse constituída de partículas fundamentais indivisíveis. Segundo ele, as propriedades dos materiais seriam determinadas pela quantidade, pela forma e pelo modo como essas partículas se organizavam.

Essa ideia ganhou diversos adeptos, e as partículas logo receberam o nome de **átomo** (que, em grego, significa "indivisível"). Defensores dessa ideia eram chamados de atomistas, e defendiam que todas as propriedades da matéria se devem aos átomos que as compõem.

Na Grécia antiga, esse raciocínio era contestado pelos defensores da teoria dos quatro elementos. Segundo estes, tudo o que existia abaixo do céu era originado pela combinação dos elementos terra, água, ar e fogo. A teoria dos quatro elementos era apoiada por filósofos influentes, como Platão e Aristóteles, e manteve-se até o século XVIII.



Este diagrama, presente em um livro do século XVI, representa ideias da teoria dos quatro elementos. Segundo ela, terra, água (AQVA), ar (AER) e fogo (IGNIS) se combinam para formar tudo o que existe abaixo do céu.

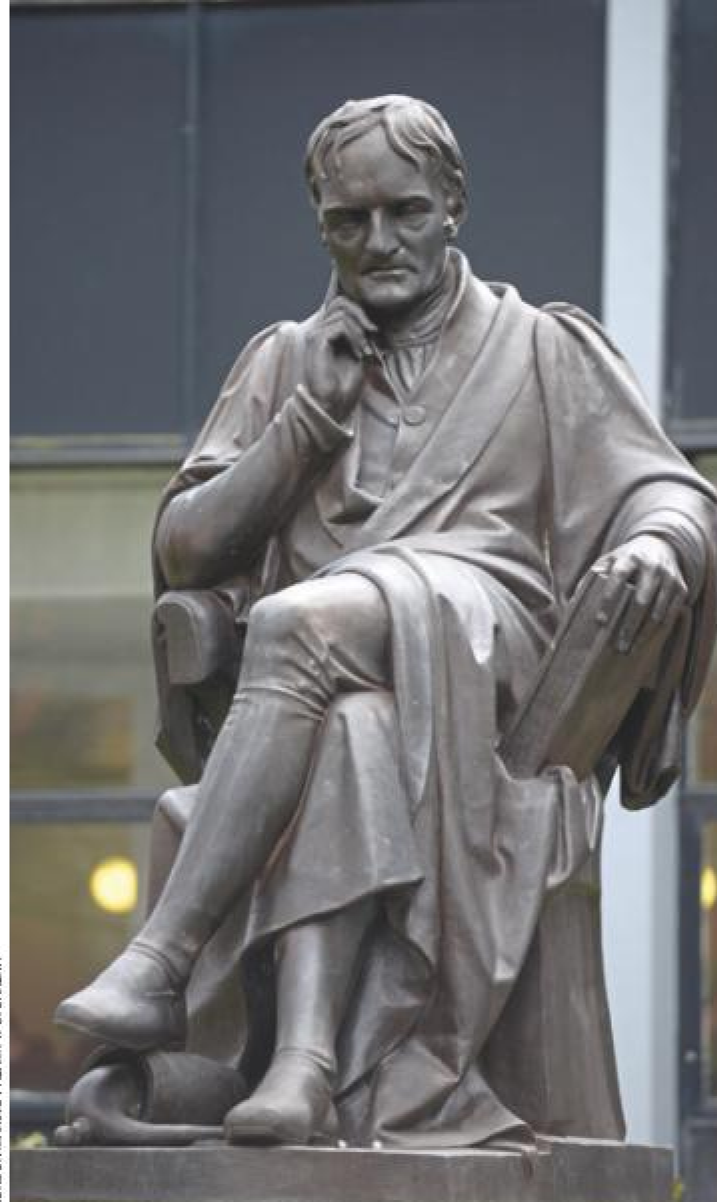
PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Artigo: Concepções atomistas dos estudantes. MORTIMER, Eduardo Fleury. **Química Nova na Escola**, 1995. Disponível em: <http://livro.pro/ykz9t3>. Acesso em: 9 nov. 2018.
- Artigo: Duzentos anos da teoria atômica de Dalton. FILGUEIRAS, Carlos Alberto L. **Química Nova na Escola**, 2004. Disponível em: <http://livro.pro/ahjixe>. Acesso em: 9 nov. 2018.

Primeiros modelos atômicos

Ao longo do século XVII, a maneira como se estudava a natureza passou por mudanças cruciais. Conhecimentos tradicionais ensinados nas universidades passaram a ser questionados, e a investigação por meio de experimentos foi ganhando cada vez mais importância. A criação de modelos para explicar os fenômenos naturais passou a ser fundamentada em **hipóteses** que podiam ser testadas, não apenas em ideias puramente teóricas. Nesse contexto, as ideias atomistas começaram a ganhar força.

Um dos pesquisadores que se destacou no estudo dos átomos foi o cientista inglês **John Dalton** (1766-1844). No início do século XIX, ele propôs uma teoria sobre as propriedades dos átomos que se baseava em diversas hipóteses que podiam ser testadas experimentalmente. Uma de suas conclusões mais importantes foi a de que existem tipos diferentes de átomos: o chumbo, por exemplo, é formado por um tipo de átomo diferente daquele que forma a prata. Essa noção deu origem à nossa compreensão atual sobre os **elementos químicos**, que serão estudados mais adiante nesta Unidade. Dalton chegou a criar símbolos para representar átomos de diferentes elementos químicos, mas essa forma de notação foi logo substituída, como veremos.



GORDON MARINO / ALAMY /FOTOARENA

Estátua de John Dalton em Manchester (Inglaterra).

Dalton também propunha que as substâncias eram resultado de combinações específicas de átomos de um ou mais elementos químicos. Quando um átomo se combina a outro, forma uma **molécula**.

Dessa forma, uma transformação (ou reação) química envolve o rearranjo dos átomos, que passam a formar novas moléculas. Nesses rearranjos, os átomos mantêm sua integridade, isto é, um átomo de ferro continua sendo um átomo de ferro independente das combinações que forme ou desfaça.

Hidrogênio	Ferro
Nitrogênio	Chumbo
Carbono	Ouro
Fósforo	Mercúrio
Enxofre	Oxigênio

EDITORIA DE ARTE

Símbolos que Danton propôs para representar alguns elementos químicos conhecidos à época.

As substâncias formadas por átomos de um único elemento químico são chamadas **substâncias simples**; é o caso do gás oxigênio (O_2) e do gás hidrogênio (H_2). Substâncias formadas por átomos de dois ou mais elementos químicos são denominadas **substâncias compostas**, como é o caso da água (H_2O).

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

[...]

[...] é importante lembrar que a hipótese atômica de Dalton (1766-1844) não foi prontamente aceita pelos químicos, como transparece da leitura de alguns livros didáticos. Durante todo o século XIX, vários químicos e físicos se recusaram a aceitá-la por falta de evidências empíricas para a existência de átomos. Faraday (1791-1867), por exemplo, tinha sérias reservas com relação à hipótese atômica, e se baseava em evidências empíricas para demonstrar suas ideias. Ele acreditava na impossibilidade de se explicar a existência de materiais condutores e isolantes à luz dessa hipótese. Segundo Faraday, a hipótese atômica admitia que os átomos não se tocavam, pois havia espaço entre eles. O espaço seria, portanto, a única parte contínua da matéria. Como ele imaginava que a eletricidade necessitava de meio contínuo para que pudesse fluir, Faraday se perguntava como o espaço poderia apresentar uma natureza dupla, sendo condutor nos corpos condutores e isolante nos corpos isolantes.

Essas dificuldades na história da ciência nos ajudam a entender algumas dificuldades no processo de ensino, relacionadas à falta de evidências empíricas definitivas para a hipótese de que os materiais sejam constituídos por partículas em movimento no espaço vazio. A falta de provas para a existência do átomo perdurou por todo o século XIX, mas não impediu que a hipótese atômica se desenvolvesse como um programa de pesquisa altamente frutífero. [...]

[...]

MORTIMER, Eduardo Fleury. Concepções atomistas dos estudantes. **Química Nova na Escola**. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc01/aluno.pdf>. Acesso em: 9 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

As próximas páginas se dedicam ao estudo dos modelos atômicos, os quais descrevem a estrutura da matéria, reconhecendo sua evolução histórica e fornecendo suporte para o desenvolvimento da **habilidade EF09CI03**.

Vale ressaltar que o atomismo de Dalton era diferente do atomismo filosófico de Leucipo. As ideias de Dalton se delimitavam à constituição da matéria e eram testadas experimentalmente. O texto apresenta uma versão resumida e simplificada da atuação de Dalton; considere as informações a seguir para complementar a abordagem do assunto com os estudantes.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

O desenvolvimento dos estudos sobre eletricidade foi essencial para que Thomson pudesse chegar às suas conclusões. O tubo de raios catódicos consiste em um tubo de vidro com dois eletrodos nas extremidades, um cátodo (polo negativo) e um ânodo (polo positivo). O interior do tubo é preenchido com um gás rarefeito. Thomson notou que, quando o circuito é fechado, forma-se um feixe de luz que parte do cátodo (por isso no nome "raios catódicos"), em linha reta, até o ânodo. Os experimentos indicavam que esses raios eram corpusculares, isto é, feitos de partículas, e que possuíam carga elétrica negativa.

O modelo atômico proposto por Thomson supunha que o átomo fosse esférico, composto de elétrons com carga negativa imersos em um campo eletromagnético positivo. Um grande salto deste modelo para o modelo de Dalton é a conclusão, por Thomson, de que os átomos são divisíveis, isto é, compostos por partículas subatômicas.

Como o pudim de passas não é uma referência conhecida pela maioria dos alunos, pode ser feita uma analogia mais próxima com uma melancia: a polpa corresponderia à porção positiva do átomo, enquanto as sementes corresponderiam aos elétrons.

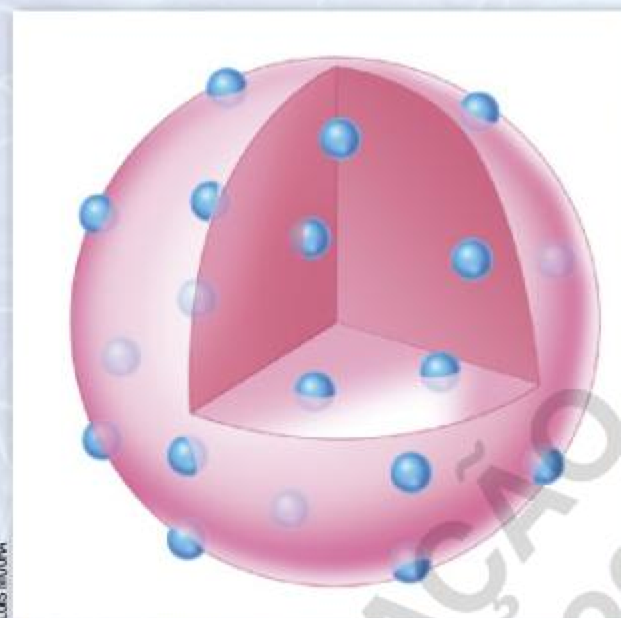
Dalton acreditava que os átomos fossem esféricos, maciços e indivisíveis. Essa ideia foi refutada no final do século XIX pelo físico inglês Joseph John Thomson (1856-1940), que identificou a primeira **partícula subatômica** conhecida, o elétron.

Thomson se dedicava a estudos sobre a eletricidade e já sabia que os átomos eram eletricamente neutros. Ao realizar uma série de experimentos com tubos de **raios catódicos**, Thomson concluiu que os átomos de diferentes elementos químicos eram constituídos por um tipo partícula em comum, com carga elétrica negativa — posteriormente denominado **elétron**.

> **Partícula subatômica:** partícula que forma o átomo.
> **Raios catódicos:** feixes de elétrons que se deslocam em um tubo, contendo gazes a uma pressão muito baixa, atravessado por corrente elétrica.

Com base nessas observações experimentais, Thomson propôs um novo modelo atômico. Sabendo que os átomos eram eletricamente neutros, deveria haver uma carga positiva que neutralizasse a carga negativa dos elétrons. No modelo de Thomson, o átomo seria uma esfera de carga elétrica positiva, tendo partículas negativas movendo-se em círculos em seu interior e na sua superfície. Esse modelo ficou conhecido com o nome de um doce tradicional inglês, o *plum pudding* (um tipo de bolo de ameixas).

Ao analisar as ilustrações de átomos que apresentamos ao longo da Unidade, tenha em mente que elas são apenas representações de **modelos**, isto é, não mostram o aspecto real dos átomos. Ainda não há uma tecnologia que nos permita visualizar um átomo isolado.



LUIS MOURA

Representação simplificada do modelo atômico proposto por Thomson com uma porção removida, para evidenciar o interior. Nesse modelo, os elétrons teriam carga elétrica negativa e o restante do átomo teria carga positiva.

AS CORES NÃO SÃO REAIS. IMAGENS FORA DE PROPORÇÃO.



LISTER, LOUISE/STOCKFOOD/LATINSTOCK

Prato inglês conhecido como *plum pudding*, feito com ameixas e outras frutas secas.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

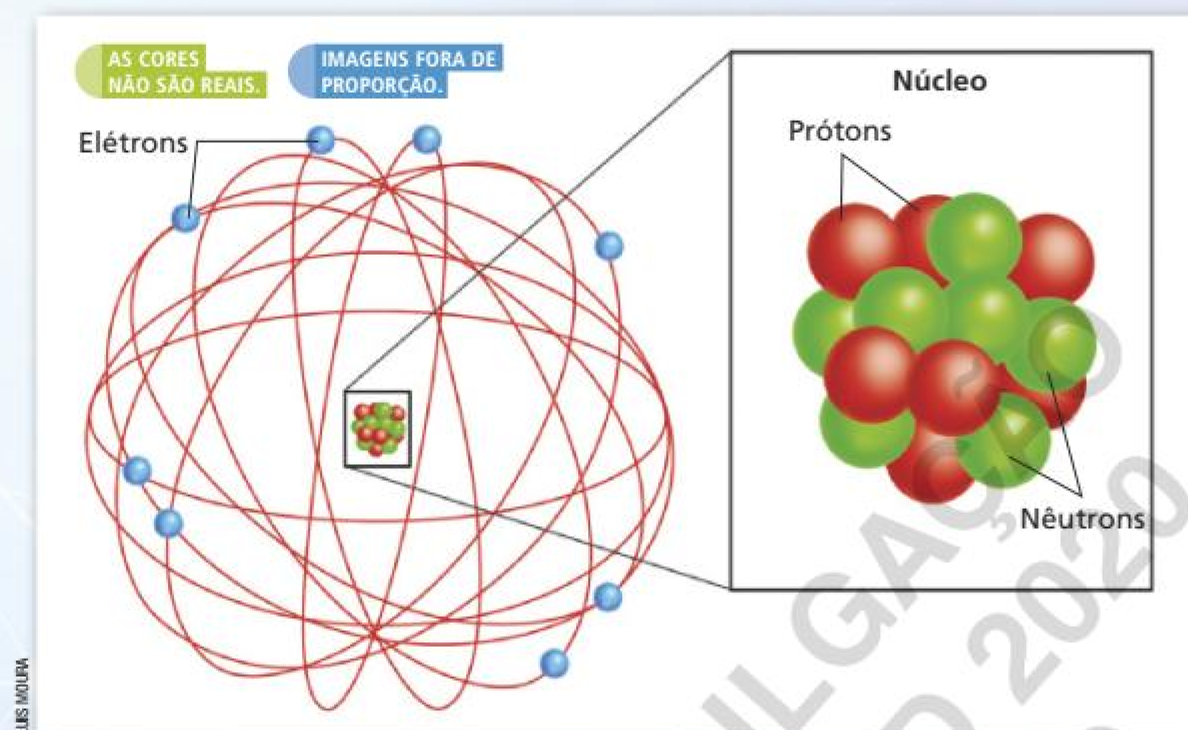
Prótons e nêutrons

Trabalhos da cientista polonesa Marie Curie (1867-1934) e de seu marido, o físico francês Pierre Curie (1859-1906), demonstraram que os átomos de alguns elementos químicos emitiam radiação espontaneamente, fenômeno que foi chamado de **radioatividade**.

Estudando esse fenômeno recém-descoberto, o físico neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937), que foi aluno de Thomson, demonstrou que as emissões radioativas eram de, pelo menos, dois tipos diferentes. Essa classificação era baseada no poder de penetração na matéria que essas radiações manifestavam. Ele denominou radiação alfa (α) aquela com menor poder penetrante, e beta (β) a que possuía maior poder de penetrar a matéria. Estudos posteriores demonstraram que essas radiações eram, na verdade, partículas, que foram chamadas de partículas alfa e beta.

Rutherford dedicou muitos anos ao estudo das partículas alfa, tendo colaborado com diversos outros pesquisadores. Em 1919, publicou suas conclusões afirmando que as partículas alfa faziam parte de todos os átomos e tinham carga elétrica positiva; ele então as denominou **prótons** (do grego *protos*, origem). A partir dessas conclusões, Rutherford propôs um novo modelo atômico, no qual os prótons se agrupam no centro do átomo, formando o **núcleo**. Os elétrons, muito menores e mais leves, se movem constantemente ao redor do núcleo, formando a **eletrosfera**. Segundo esse modelo, entre o núcleo e os elétrons existe apenas espaço vazio.

Rutherford e sua equipe demonstraram que a massa de um núcleo é cerca de duas vezes maior que a massa dos prótons presentes. Para explicar essa diferença, foi proposta a existência de uma terceira partícula subatômica, o **nêutron**. Essa partícula teria massa semelhante à do próton, mas com carga elétrica neutra, e estaria fortemente aderida aos prótons, formando o núcleo.



Representação simplificada do modelo atômico de Rutherford, com o núcleo ampliado. As linhas indicam o caminho que os elétrons percorreriam ao redor do núcleo.

Fonte: ENCYCLOPÆDIA BRITANNICA. **Atom**. Disponível em: <https://www.britannica.com/science/atom/Discovery-of-radioactivity>. Acesso em: 27 set. 2018.

TORMA/SHUTTERSTOCK.COM

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Prótons e nêutrons

Alguns experimentos de Rutherford envolviam um dispositivo que continha polônio, um material radioativo que emite partículas alfa. As partículas alfa eram emitidas na direção de uma lâmina extremamente fina de ouro, com aproximadamente 10^{-7} m de espessura. Essas lâminas eram obtidas a partir de técnicas de ourivesaria relativamente simples, dominadas por fabricantes de joias.

Rutherford acreditava que, se o átomo fosse realmente maciço, as partículas alfa seriam completamente barradas pela lâmina de ouro. O que os resultados demonstraram, porém, foi o oposto: a grande maioria das partículas atravessava a lâmina como se ela não existisse, e algumas sofriam desvios em ângulos variados.

Tais resultados permitiram a Rutherford concluir que os átomos eram formados, em grande parte, por espaço vazio. O centro do átomo seria composto por um núcleo com carga elétrica positiva, e os elétrons orbitavam esse núcleo formando a eletrosfera. Em função desse movimento dos elétrons, esse modelo também foi chamado de "modelo atômico do Sistema Solar".

Analisar a ilustração que representa esse modelo com a turma e pedir que comparem com o modelo de Thomson, identificando as principais diferenças entre eles.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ASSIM SE FAZ CIÊNCIA

A história de Marie Curie fornece um exemplo de como o campo científico, como qualquer outra atividade humana, está sujeito ao contexto social em que se insere. Trabalhar esse tipo de abordagem auxilia a desconstruir a noção de que a Ciência é algo "acima do bem e do mal", imune às questões mundanas.

Retomar a evolução do modelo atômico estudada até aqui e pedir aos estudantes que identifiquem semelhanças nos episódios retratados. Convém instigá-los com questões até que cheguem à conclusão de que todos os personagens históricos analisados até aqui são homens. Isso é um reflexo do domínio masculino no campo da produção de conhecimento, realidade que já estava presente na Grécia Antiga e só começou a mudar, lentamente, ao longo do século XX.

Para aprofundar a abordagem desse assunto, questionar a turma sobre o que eles entendem por machismo e qual é o impacto dele sobre a nossa sociedade. Pedir que pesquisem informações sobre o meio acadêmico brasileiro, identificando se a participação de homens e mulheres é equilibrada ou se ainda há predomínio masculino nessa atividade. A partir das informações coletadas, promover uma discussão sobre machismo na Ciência. A reportagem indicada abaixo pode ser sugerida como ponto de partida, mas é interessante obter dados mais atuais, se possível.

PARA SABER MAIS: ALUNO

- Reportagem: Mulheres já produzem metade da ciência do Brasil, diz levantamento. BATISTA, Everton Lopes; RIGHETTI, Sabine. **Folha de S.Paulo**, 2017. Disponível em: <http://livro.pro/sdsbx8>. Acesso em: 9 nov. 2018.

ASSIM SE FAZ CIÊNCIA

Machismo na Ciência

Até hoje, ela foi a única a ganhar dois Prêmios Nobel em categorias científicas distintas — Física e Química. Foi uma das precursoras dos estudos da radioatividade e a descobridora dos elementos químicos rádio e polônio. Sob qualquer parâmetro técnico, a polonesa Marie Curie (1867-1934) pode ser considerada uma das maiores cientistas de todos os tempos. Mas isso não foi suficiente para livrá-la de ser alvo de preconceitos machistas. Uma carta escrita por Albert Einstein à colega, em 1911, cujo conteúdo só veio à tona agora, traz conselhos para que ela não sucumba às fofocas e maledicências sobre sua vida pessoal.

"Se essa ralé continuar a se ocupar da sua vida, simplesmente pare de ler essas bobagens; deixe-as para os répteis que as criaram", escreveu Einstein, na época com 32 anos, na carta datada de 23 de novembro de 1911. Marie Curie tinha 38 anos na época e já era viúva do físico Pierre Curie (que dividiu com ela o Nobel de Física em 1903), com quem teve duas filhas.



Retrato de Marie Curie.

DEUTSCH COLLECTION/CORBIS/GETTY IMAGES

Como primeira mulher a ganhar um Nobel e professora de Física da Sorbonne, ela pleiteava uma vaga na Academia de Ciências da França. Seus adversários, no entanto, questionavam a entrada de uma mulher na tradicional academia e começaram a espalhar o boato de que ela era judia e, por isso, não poderia se candidatar a uma vaga na instituição, como registra o Instituto Americano de Física.

[...]

O jornal direitista "Excelsior" atacava diretamente a sua candidatura, questionando em suas manchetes: "Uma mulher vai entrar no instituto?" Em meio à fofocada na imprensa, Curie viajou a Bruxelas para participar de uma conferência internacional de física. Neste evento, em que era a única mulher presente, ela foi apresentada a Albert Einstein.

De volta a Paris, mais fofocas esperavam por ela. Desta vez, sobre sua relação com o físico Paul Langevin, que havia sido aluno de Pierre Curie. Embora já não vivesse mais com a mulher, Langevin ainda era casado oficialmente. A imprensa francesa teve acesso a cartas de amor trocadas entre os dois (aparentemente a ex-mulher de Langevin as mandou aos jornais) e apressou-se em chamar Marie Curie de "destruidora de lares". Uma multidão foi para a porta da casa dela, aterrorizando suas filhas Irene, de 14 anos, e Eve, de 7 anos. O tumulto foi tanto que as três tiveram que passar uns dias na casa de uma amiga, até que a poeira baixasse. Naquele mesmo ano, Curie receberia o segundo Nobel, desta vez de Química, mas apenas a sua vida pessoal interessava à imprensa.

Na carta enviada à colega, Einstein escreveu: [...] "Não ria de mim por estar lhe escrevendo sem ter nada muito sábio a dizer. Mas estou tão indignado com a forma pela qual você está sendo tratada publicamente, que preciso dar vazão a este sentimento."

[...]

JANSEN, R. Os conselhos de Einstein a Marie Curie. **O Globo**. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/sociedade/historia/os-conselhos-de-einstein-marie-curie-1-14822953>. Acesso em: 27 set. 2018.

ATIVIDADES

Formem grupos para discutir as seguintes questões.

1. Escreva um exemplo da colaboração de Marie Curie para os estudos sobre a estrutura do átomo.

2. Como era o tratamento que Curie recebia de outros pesquisadores e da opinião pública? Por que vocês acham que isso ocorreu?

3. Segundo o texto, parte da imprensa francesa atacava a vida pessoal de Curie, chamando-a inclusive de "destruidora de lares".

a) Na opinião de vocês, esses ataques teriam ocorrido se Marie Curie fosse homem? Expliquem.

b) Para atacar Curie, eram usados argumentos centrados na vida pessoal dela, enquanto suas conquistas intelectuais e profissionais eram ignoradas. Esse tipo de comportamento ainda é comum? Se sim, ele é usado igualmente contra homens e mulheres?

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Atividades

1. Os alunos podem citar a descoberta da radioatividade, que foi fundamental para a descoberta dos prótons por Rutherford e sua equipe.

2. Embora a importância do trabalho dela tenha sido reconhecida ainda em vida, Marie Curie enfrentava resistência de outros acadêmicos para ser aceita na Academia de Ciências da França. Perante a opinião pública, a importância do seu trabalho e a sua competência eram encobertas por boatos que atacavam sua vida particular. Atribui-se esse tratamento ingrato ao fato de Marie Curie ser mulher, vivendo em uma sociedade onde predominavam valores sexistas segundo os quais a mulher deveria ter um papel limitado, à sombra do homem. Por se destacar no ramo científico, que tradicionalmente foi dominado por homens, ela tornou-se alvo de ataques. Aproveitar essa questão para conversar com a turma sobre o fato de a Ciência ser uma criação humana e, portanto, sujeita ao contexto sociocultural em que se insere. Em uma sociedade onde imperam valores machistas, não é surpresa que polêmicas como essa venham afetar a produção científica e, sobretudo, a vida de pesquisadoras. Esse tipo de abordagem ajuda a desconstruir a noção de que a Ciência seria algo "puro", acima do bem e do mal.

3. As questões propostas aqui pretendem suscitar uma discussão acerca de algumas das estratégias mais empregadas para desqualificar as mulheres, que recorrem a valores morais segundo os quais a mulher teria um papel diferente do homem. Acompanhar as discussões entre os grupos e avaliar os argumentos apresentados pelos estudantes para sustentar suas conclusões.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Eletrosfera em camadas

O modelo de Rutherford afirmava que os elétrons descreviam movimentos circulares ao redor do núcleo. Essa ideia era criticada por alguns cientistas porque, segundo a física clássica, caso os elétrons descrevessem os movimentos circulares, eles perderiam energia durante esse movimento e tenderiam a "cair" no núcleo.

Niels Bohr foi aluno do físico alemão Max Planck (1858-1947), considerado o pai da física quântica e um dos físicos mais importantes do século XX. Bohr usou argumentos provenientes da física quântica para propor uma explicação alternativa para o movimento dos elétrons. Em seu modelo, a eletrosfera dos átomos poderia ter até sete camadas, que são níveis estacionários de energia onde os elétrons orbitam com energia constante.

Esse modelo de Rutherford-Bohr é, tradicionalmente, o mais recente apresentado no Ensino Fundamental e mesmo no Ensino Médio. É importante esclarecer, porém, que ele apresenta inconsistências que não estão completamente resolvidas. Atualmente, é conhecida uma ampla gama de partículas subatômicas, revelando que o modelo de átomo continua em constante mudança.

NO AUDIOVISUAL

Um dos materiais disponíveis nesta coleção trata de partículas subatômicas e é apresentado na forma de animação. Nele, alguns conceitos como átomos, prótons, nêutrons, elétrons, *quarks*, bósons e fótons são apresentados de maneira lúdica.

Eletrosfera em camadas

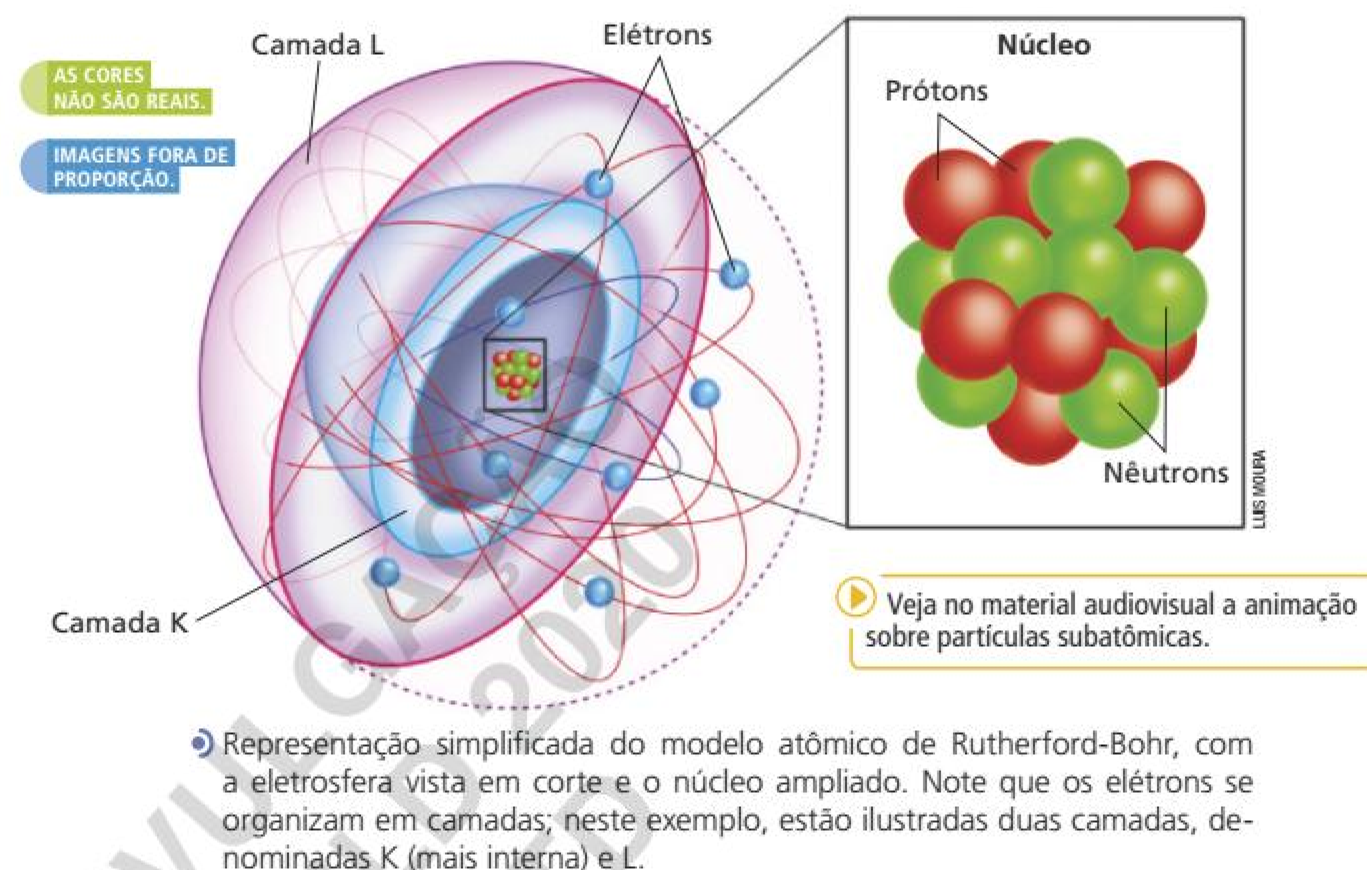
O modelo atômico de Rutherford seguiu sendo aprimorado a partir do trabalho de outros cientistas e recebeu contribuições de um ramo então novo da ciência: a Física Quântica. Um desses colaboradores foi o físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962), que ajudou a elucidar diversas características da eletrosfera.

Com base em seus próprios estudos e no de outros físicos quânticos, como o escocês James Clerk Maxwell (1831-1879) e o alemão Albert Einstein (1879-1955), Bohr concluiu que os elétrons se organizam em camadas (ou níveis) ao redor do núcleo. Cada uma dessas camadas pode comportar até um certo número de elétrons. Além disso, quanto mais afastada uma camada for do núcleo, mais energia seus elétrons possuem.

MARGRETHE BOHR COLLECTION/AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTOARENA

Niels Bohr (esquerda) ao lado do físico alemão Max Planck (1858-1947), considerado o pai da Física Quântica.

Os estudos sobre o átomo não pararam por aqui. Ao longo de todo o século XX e no decorrer do nosso século XXI, novas descobertas foram feitas, e já sabemos muito mais sobre as partículas que formam a matéria.



Veja no material audiovisual a animação sobre partículas subatômicas.

Representação simplificada do modelo atômico de Rutherford-Bohr, com a eletrosfera vista em corte e o núcleo ampliado. Note que os elétrons se organizam em camadas; neste exemplo, estão ilustradas duas camadas, denominadas K (mais interna) e L.

Fonte: ENCYCLOPÆDIA BRITANNICA. **Atom**. Disponível em: <https://www.britannica.com/science/atom/Discovery-of-radioactivity>. Acesso em: 27 set. 2018.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Dissertação: A abordagem de modelos atômicos para alunos do 9º ano do ensino fundamental pelo uso de modelos e modelagem numa perspectiva histórica. ANDRADE, Jéssika Silva de. **Universidade de Brasília**, 2015. Disponível em: <http://livro.pro/msegg8>. Acesso em: 9 nov. 2018.
- Artigo: Ensino de modelos para o átomo por meio de recursos multimídia em uma abordagem investigativa. SILVA, Nilma Soares; FERREIRA, André Correa; SILVEIRA, Kátia Pedroso. **Química Nova na Escola**, 2016. Disponível em: <http://livro.pro/5josyx>. Acesso em: 9 nov. 2018.

ATIVIDADES

NÃO ESCREVA NO LIVRO.

1. A palavra átomo tem origem grega, com o significado de indivisível. Por que esse termo foi escolhido para descrever as partículas que formam a matéria? O átomo é realmente indivisível?

2. Em duplas, avaliem a tirinha a seguir e respondam.



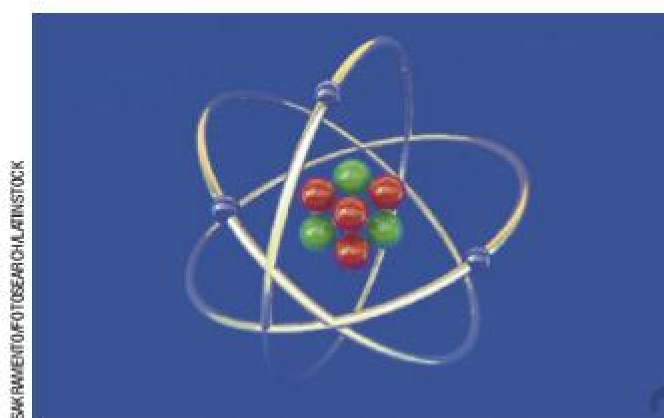
*Helênico: relativo à Grécia antiga.

a) Qual é o elemento de humor da tirinha?

b) Qual a relação entre a tirinha e a história dos estudos sobre a matéria?

3. Em duplas, avaliem a afirmação a seguir e respondam.

Se existisse um microscópio capaz de mostrar um átomo, veríamos uma imagem parecida com essa:



SAKRAMENTO/FOTOSEARCH/LATINSTOCK

AS CORES NÃO SÃO REAIS.

IMAGENS FORA DE PROPORÇÃO.

- Vocês concordam com essa afirmação? Expliquem sua resposta.

4. Identifique as afirmações incorretas e corrija-as no caderno.

a) Segundo o modelo de Dalton, os átomos são esferas maciças.

b) A divisão da eletrosfera em camadas foi proposta por Thomson.

c) O próton foi a primeira partícula subatômica descoberta.

d) O modelo de Rutherford previa a existência de um núcleo com carga elétrica positiva e uma eletrosfera com carga elétrica negativa.

e) O modelo atômico de Thomson reconhecia a existência de elétrons e prótons.

5. Por que foram criados tantos modelos atômicos diferentes ao longo do tempo? Em sua opinião, essas mudanças constantes sugerem que os cientistas são indecisos?

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ATIVIDADES

1. Essa palavra foi adotada porque os atomistas da Grécia antiga acreditavam que a menor partícula constituinte da matéria seria indivisível. No entanto, os estudos subsequentes mostraram que os átomos não são indivisíveis; eles são formados por partículas menores ainda (subatômicas).

2. a) A tirinha mostra um homem avaliando o rótulo de um produto do "mercado helênico" e a constituição do produto é apresentada de acordo com a teoria dos quatro elementos. A piada consiste em aplicar essa teoria antiga em uma situação atual, completamente deslocada de seu contexto original.

b) A tirinha remete a uma das teorias que já foi empregada para explicar a constituição da matéria, a teoria dos quatro elementos. Essa teoria perdurou por séculos, apoiada por grandes pensadores, até ser suplantada pela teoria atômica.

3. Espera-se que os alunos discordem. Os modelos são apenas construções teóricas que ajudam a estudar um fenômeno; os desenhos de átomos são apenas representações desses modelos, não da realidade.

4. a) A afirmação está correta.

b) A divisão da eletrosfera em camadas foi proposta por Bohr.

c) O elétron foi a primeira partícula subatômica descoberta.

d) A afirmação está correta.

e) O modelo atômico de Thomson reconhecia a existência de elétrons.

5. Espera-se que os alunos não relacionem essa diversidade de modelos atômicos à indecisão dos cientistas. Os novos modelos surgiam para incorporar novas informações e explicar fenômenos que modelos pré-existentes não eram capazes de explicar satisfatoriamente.

Átomos e elementos químicos

A maneira de representar os elementos químicos mudou muito ao longo da história. Atualmente, a União Internacional de Química Pura e Aplicada, conhecida pela sigla Iupac (do inglês International Union of Pure and Applied Chemistry), é a entidade encarregada de estabelecer os principais padrões utilizados na Química. Ela estabelece que cada elemento químico é representado por um símbolo formado por uma ou duas letras, sempre com a inicial em maiúscula. Conheça alguns exemplos:

Elemento químico	Hidrogênio	Carbono	Cálcio	Oxigênio	Ouro	Prata
Símbolo	H	C	Ca	O	Au	Ag

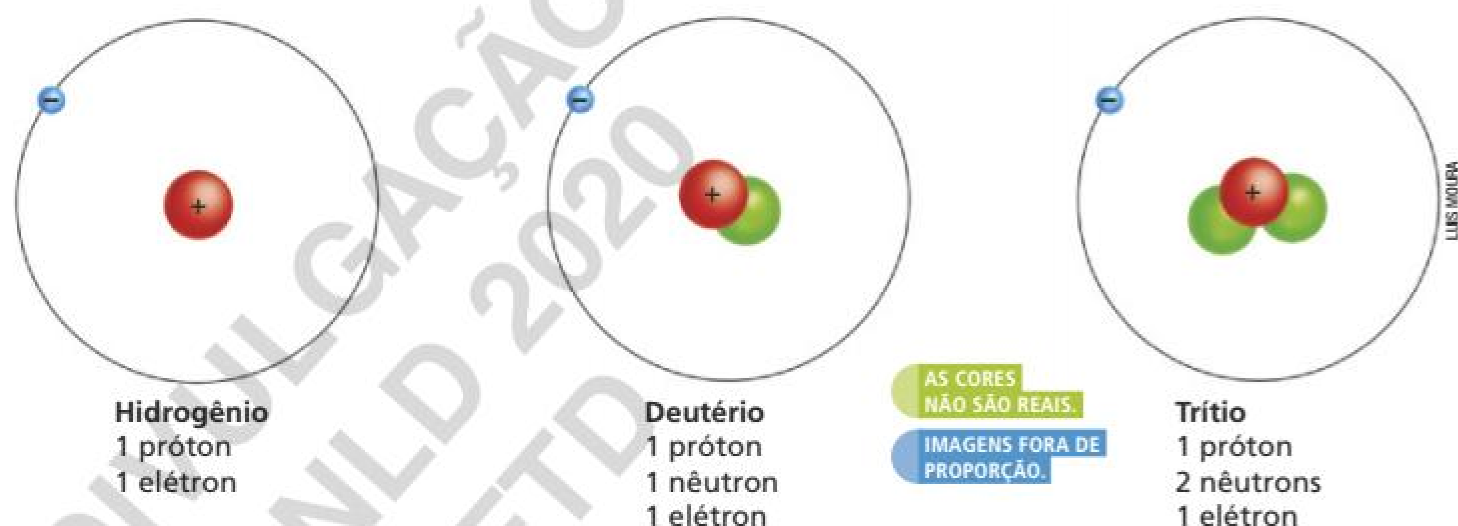
Número atômico e número de massa

Os trabalhos de Rutherford já sugeriam que a quantidade de prótons no núcleo determinava, de alguma forma, diversas das propriedades químicas e físicas de um átomo. Essa suspeita foi confirmada em 1913 pelo físico britânico Henry Moseley (1887-1915), que demonstrou que o número de prótons nos núcleos de átomos de um mesmo elemento químico é sempre o mesmo. O átomo de hélio, por exemplo, possui sempre dois prótons em seu núcleo; o carbono sempre possui seis prótons, e assim por diante. O número de prótons, então, passou a ser chamado **número atômico** e é representado pela letra **Z**. Um **elemento químico**, portanto, é o conjunto de átomos que possuem um mesmo número atômico.

Já vimos que os prótons e nêutrons possuem muito mais massa que os elétrons. Por essa razão, convencionou-se chamar a soma dos prótons e nêutrons de um átomo de **número de massa**, representado pela letra **A**.

Embora o número de prótons seja característico de cada elemento químico, o número de nêutrons no núcleo pode variar. Essa variedade dá origem aos **isótopos**, que são átomos de um mesmo elemento químico que possuem números de massa diferentes.

Para entender melhor, vamos analisar os três isótopos conhecidos do elemento químico hidrogênio.



DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Representação simplificada dos isótopos de hidrogênio. Em todos eles, há somente um próton no núcleo, mas o número de nêutrons varia.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ÁTOMOS E ELEMENTOS QUÍMICOS

Neste momento, é introduzido um conceito central para o estudo de Química, que é o de elemento químico. Verificar se os alunos compreendem que essa denominação diz respeito a átomos com um mesmo número atômico, isto é, com a mesma quantidade de elétrons.

É comum os alunos apresentarem confusão desse conceito com o de substâncias simples; avaliar se isso ocorre na turma fornecendo exemplos mistos de substâncias e elementos químicos e solicitando que os alunos os classifiquem corretamente. Água, gás carbônico, gás oxigênio, gás nitrogênio e sal de cozinha podem ser utilizados como exemplos de substâncias, pois são bem conhecidas pelos estudantes. Esse assunto é retomado na página 96.

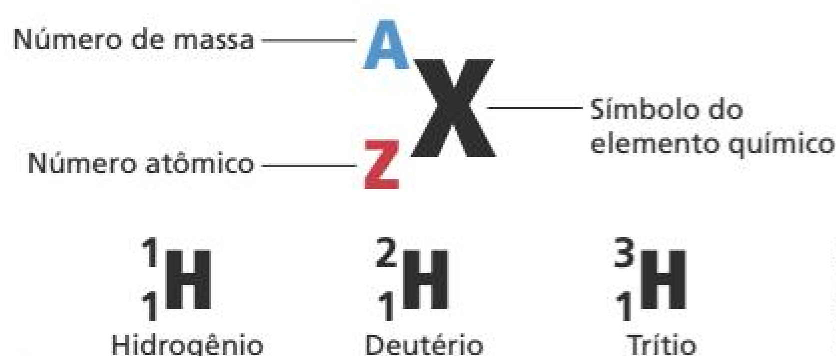
Número atômico e número de massa

Analisar a representação dos isótopos do hidrogênio com a turma e esclarecer que existem na natureza átomos de um mesmo elemento químico com número de massa diferente, devido à variação no número de nêutrons no núcleo. O conhecimento sobre a proporção dos diferentes isótopos na natureza é utilizado, por exemplo, para datação de fósseis pela técnica de datação por carbono-14. Para saber mais sobre o tema e apresentar o assunto à turma, consultar os materiais listados a seguir.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Artigo: A química do tempo: Carbono 14. FARIAS, Robson Fernandes de. **Química Nova na Escola**, 2002. Disponível em: <http://livro.pro/j3j6gn>. Acesso em: 9 nov. 2018.
- Matéria: Como é feita a medição de tempo com o carbono 14? LOPES, Reinaldo José. **Superinteressante**, 2011. Disponível em: <http://livro.pro/7pyq2q>. Acesso em: 9 nov. 2018.
- Vídeo: **Como funciona a datação por carbono?** Produzido por: Ciência Todo Dia. Brasil, 2018. Disponível em: <http://livro.pro/qvoiuy>. Acesso em: 9 nov. 2018.

Para diferenciar os isótopos, o número de massa pode ser representado sobrescrito à esquerda do símbolo do elemento químico. O número atômico, quando representado, deve estar subscrito à esquerda do símbolo.



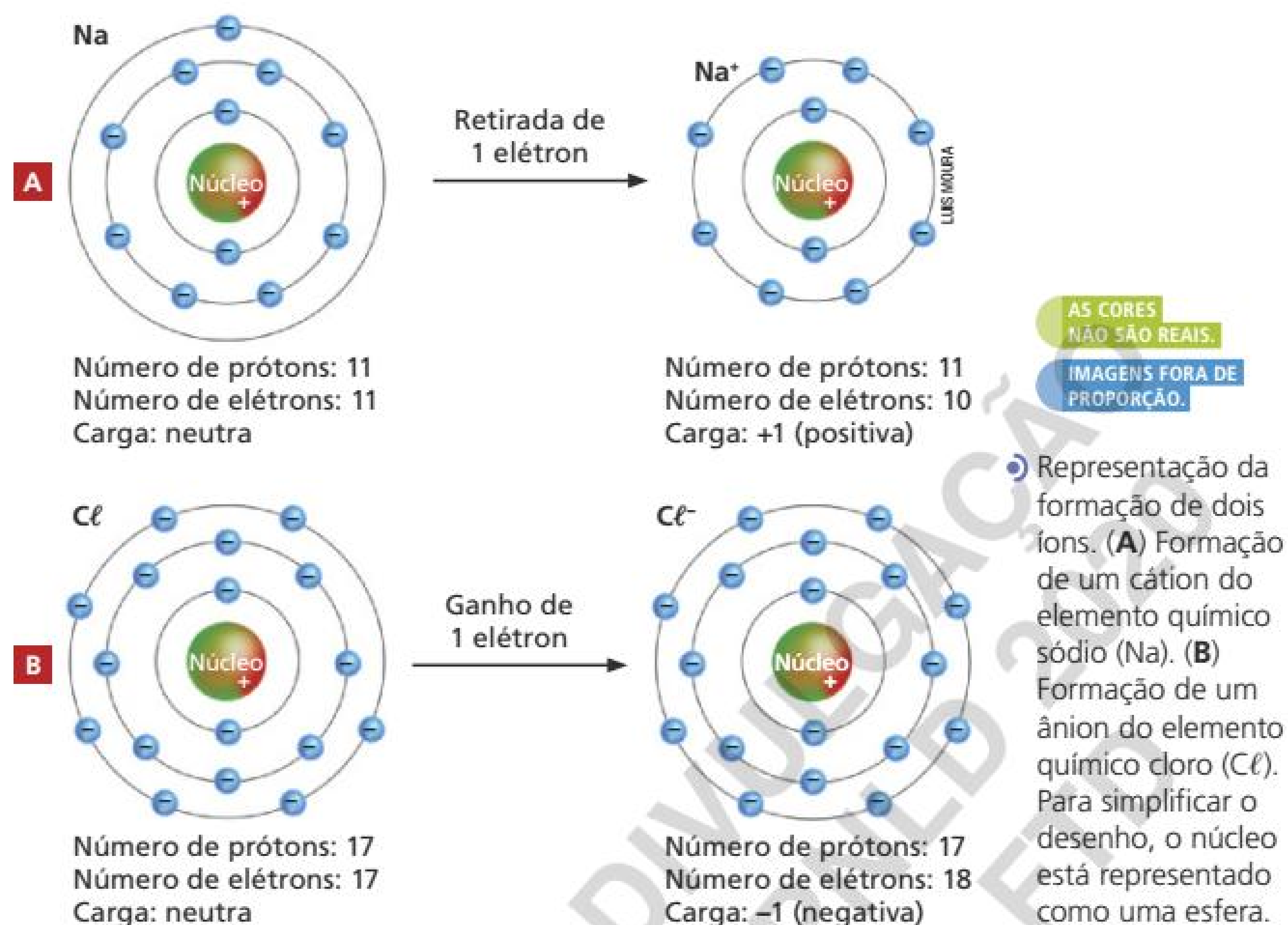
Os isótopos são diferenciados pelo número de massa.

Íons

Em seus estudos, Thomson considerava que os átomos eram eletricamente neutros. Isso só ocorre, porém, quando o número de cargas negativas é igual ao de cargas positivas. Em outras palavras, um átomo é eletricamente neutro quando o seu número de elétrons é igual ao número de prótons.

A eletrosfera, porém, não é tão estável quanto o núcleo, e pode perder ou receber elétrons em diversas circunstâncias. Quando isso ocorre, o átomo fica eletricamente carregado e passa a ser chamado **íon**.

Os íons podem ser de dois tipos, dependendo da sua carga. Quando um átomo eletricamente neutro perde um ou mais elétrons, ele fica com mais prótons que elétrons e, consequentemente, adquire carga elétrica positiva. Nessa situação, temos um **cátion**. Se um átomo eletricamente neutro recebe um ou mais elétrons, sua carga passa a ser negativa, e ele é denominado **ânion**. Para representar íons, insere-se um sinal positivo (+) para representar cátions ou um negativo (–) para representar ânions. Por exemplo, o iodo (I), ao receber um elétron, torna-se o ânion I^{-}; o cálcio (Ca), ao ceder dois elétrons, torna-se o cátion Ca^{++} ou Ca^{2+}. Analise o exemplo a seguir.



Representação da formação de dois íons. (**A**) Formação de um cátion do elemento químico sódio (Na). (**B**) Formação de um ânion do elemento químico cloro (Cℓ). Para simplificar o desenho, o núcleo está representado como uma esfera.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Íons

Consultando a tabela periódica da página 98, representar na lousa o símbolo de alguns elementos químicos, incluindo o número de massa e o número atômico de acordo com a representação indicada na página. Em seguida, questionar os estudantes sobre o número de elétrons, prótons e nêutrons de cada um dos exemplos para avaliar se eles compreendem e relacionam os conceitos referentes a estrutura do átomo, número de massa e número atômico.

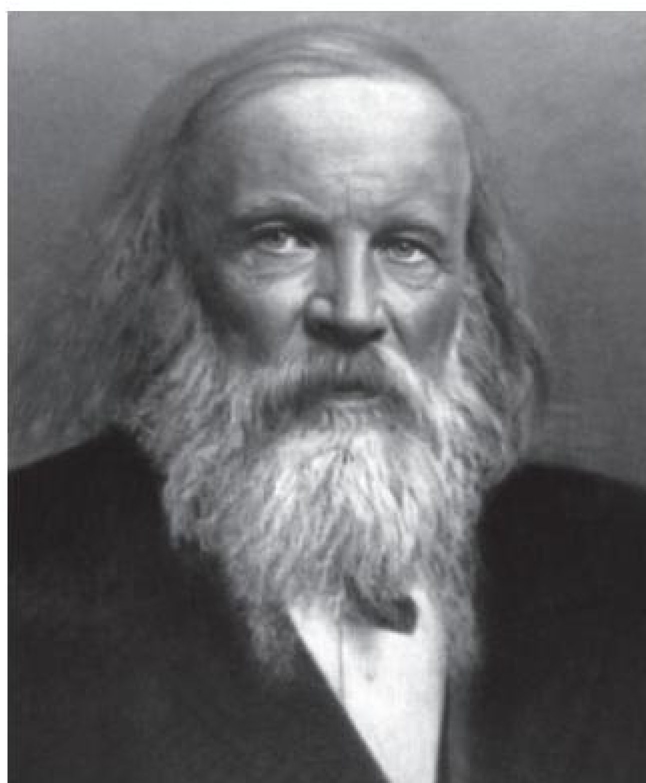
Esse trabalho pode ser aprofundado com o estudo da formação dos íons: após realizar uma primeira rodada de questões considerando apenas átomos eletricamente neutros, repetir o questionamento utilizando cátions e ânions de diferentes elementos químicos, verificando se a turma relaciona corretamente a perda ou o acréscimo de elétrons à alteração da carga elétrica dos átomos.

Verificar se os alunos compreendem que as diferentes camadas da eletrosfera estão representadas por órbitas diferentes ao redor do núcleo. Questionar a qual modelo atômico essa representação corresponde, verificando se eles identificam que se trata do modelo de Rutherford-Bohr, que reconhece a eletrosfera dividida em camadas.

Classificação dos elementos químicos

Atualmente, são conhecidos 118 elementos químicos, sendo 98 deles encontrados na natureza e os demais produzidos em laboratório. Toda a matéria existente é constituída por esses elementos e diferentes combinações entre eles.

Até o ano 1700, conhecia-se apenas 12 elementos químicos. Em decorrência dos novos conhecimentos sobre a estrutura do átomo, a descoberta de elementos químicos se intensificou a partir do século XVIII. Em 1789, o químico francês Antoine Lavoisier (1743-1794) publicou, em seu Traité Élémentaire de Chimie ("Tratado Elementar de Química"), uma lista que continha os 33 elementos já conhecidos à época. Por volta de 1868, esse número saltou para 63, e sabia-se que poderia haver muitos outros.


COLEÇÃO PARTICULAR

Retrato de Dimitri Mendeleev.

Ficou evidente que era necessário desenvolver uma forma de classificar os elementos químicos, agrupando-os de acordo com critérios que fossem relevantes. Centenas de pesquisadores propuseram maneiras de fazer essa classificação, com algumas sendo mais bem aceitas que outras.

192 DES SUBSTANCES SIMPLES.

TABLEAU DES SUBSTANCES SIMPLES.

	Noms nouveaux.	Noms anciens correſpondans.
Subſtances ſimples qui appartiennent aux trois règnes & qu'on peut regarder comme les élémens des corps.	Lumière	Lumière.
	Calorique	Chaleur. Principe de la chaleur. Fluide igné. Feu. Matière du feu & de la chaleur.
	Oxygène	Air déphlogiſtiqué. Air empiréal. Air vital. Baſe de l'air vital.
	Azote	Gaz phlogiſtiqué. Mofete. Baſe de la mofete.
	Hydrogène	Gaz inflammable. Baſe du gaz inflammable.
Subſtances ſimples non métalliques oxidables & acidifiables.	Soufre	Soufre.
	Phoſphore	Phoſphore.
	Carbone	Charbon pur.
	Radical muriatique.	Inconnu.
	Radical fluorique	Inconnu.
	Radical boracique	Inconnu.
Subſtances ſimples métalliques oxidables & acidifiables.	Antimoine	Antimoine.
	Argent	Argent.
	Arſenic	Arſenic.
	Biſmuth	Biſmuth.
	Cobolt	Cobolt.
	Cuivre	Cuivre.
	Etain	Etain.
	Fer	Fer.
	Manganèſe	Manganèſe.
	Mercure	Mercure.
	Molybdène	Molybdène.
	Nickel	Nickel.
	Or	Or.
	Platine	Platine.
	Plomb	Plomb.
	Tungſtène	Tungſtène.
	Zinc	Zinc.
Subſtances ſimples ſalifiables terreuſes.	Chaux	Terre calcaire, chaux.
	Magnéſie	Magnéſie, baſe du ſel d'Epſom.
	Baryte	Barote, terre peſante.
	Alumine	Argile, terre de l'alun, baſe de l'alun.
	Silice	Terre ſiliceuſe, terre vitrifiable.

LAVOISIER, ANTOINE LAURENT

Reprodução de uma página do **Tratado Elementar de Química** de Lavoisier com a tabela das substâncias simples conhecidas à época. Note que luz ("Lumière") e calórico ("Calorique") eram considerados substâncias.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Classificação dos elementos químicos

A história da classificação dos elementos químicos é muito mais rica e complexa do que apresentamos aqui. A partir deste ponto na Unidade, o enfoque no desenvolvimento histórico do conhecimento dá lugar para o enfoque no conhecimento químico atual, transposto didaticamente para este livro de maneira simplificada. Para conhecer mais sobre o desenvolvimento da atual classificação periódica dos elementos químicos, sugerimos a leitura do artigo indicado na seção **Para saber mais: professor**.

Este momento é propício para retomar as distinções entre substância e elemento químico. Deve ficar claro para os estudantes que os elementos químicos, embora existam em número limitado, podem se combinar entre si de diferentes maneiras, originando uma infinidade de substâncias. É interessante esclarecer que um mesmo par de elementos químicos pode originar substâncias completamente diferentes. Os elementos oxigênio e hidrogênio, por exemplo, podem formar tanto água (H_2O) quanto peróxido de hidrogênio (H_2O_2); carbono e hidrogênio podem se combinar de diversas maneiras, originando metano (CH_4), butano (C_4H_{10}), pentano (C_5H_{12}) e outras substâncias.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Matéria: A história dos elementos. SACKS, Oliver. **Folha de S.Paulo**, 1999. Disponível em: <http://livro.pro/ub3u7i>. Acesso em: 9 nov. 2018.

Em 1869, o químico russo Dimitri Mendeleev (1834-1907) propôs uma forma de classificar os elementos químicos organizando-os em uma tabela, em ordem crescente de suas massas atômicas. Ao organizar os elementos químicos dessa maneira, as propriedades químicas e físicas dos elementos variavam gradativamente e de maneira regular e periódica. Dessa forma, era possível classificar os diferentes elementos químicos em **grupos**, antigamente chamados famílias.

Ao montar sua tabela, Mendeleev notou que sobraram lacunas em algumas posições, o que sugeria a existência de elementos químicos ainda não descobertos. A organização da tabela permitiu a Mendeleev prever diversas das propriedades desses elementos, algumas das quais foram confirmadas quando eles foram descobertos.

но въ ней, мнѣ кажется, уже ясно выражается примѣнимость выставляемаго мною начала ко всей совокупности элементовъ, пай которыхъ извѣстенъ съ достовѣрностію. На этотъ разъ я и желалъ преимущественно найдти общую систему элементовъ. Вотъ этотъ опытъ:

			Ti=50	Zr=90	?=180.
			V=51	Nb=94	Ta=182.
			Cr=52	Mo=96	W=186.
			Mn=55	Rh=104,4	Pt=197,4
			Fe=56	Ru=104,4	Ir=198.
			Ni=Co=59	Pl=106,6,	Os=199.
H=1			Cu=63,4	Ag=108	Hg=200.
	Be=9,4	Mg=24	Zn=65,2	Cd=112	
	B=11	Al=27,4	?=68	Ur=116	Au=197?
	C=12	Si=28	?=70	Sn=118	
	N=14	P=31	As=75	Sb=122	Bi=210
	O=16	S=32	Se=79,4	Te=128?	
	F=19	Cl=35,5	Br=80	I=127	
Li=7	Na=23	K=39	Rb=85,4	Cs=133	Tl=204
		Ca=40	Sr=87,6	Ba=137	Pb=207.
		?=45	Ce=92		
		?Er=56	La=94		
		?Yt=60	Di=95		
		?In=75,6	Th=118?		

а потому приходится въ разныхъ рядахъ имѣть различное измѣненіе разностей, чего нѣтъ въ главныхъ числахъ предлагаемой таблицы. Или же придется предполагать при составленіи системы очень много недостающихъ членовъ. То и другое мало выгодно. Мнѣ кажется притомъ, наиболѣе естественнымъ составить кубическую систему (предлагаемая есть плоскостная), но и попытки для ея образованія не повели къ надлежащимъ результатамъ. Слѣдующія двѣ попытки могутъ показать то разнообразіе сопоставленій, какое возможно при допущеніи основнаго начала, высказаннаго въ этой статьѣ.

Li	Na	K	Cu	Rb	Ag	Cs	—	Tl
7	23	39	63,4	85,4	108	133		204
Be	Mg	Ca	Zn	Sr	Cd	Ba	—	Pb
B	Al	—	—	—	Ur	—	—	Bi?
C	Si	Ti	—	Zr	Sn	—	—	—
N	P	V	As	Nb	Sb	—	Ta	—
O	S	—	Se	—	Te	—	W	—
F	Cl	—	Br	—	J	—	—	—
19	35,5	58	80	190	127	160	190	220.

ANN RONAN PICTURES/PRINT COLLECTOR/GETTY IMAGES

Tabela periódica publicada por Mendeleev em 1869. As linhas representam os grupos nos quais algumas propriedades químicas e físicas se repetem. Note que há lacunas e que alguns elementos não estão seguindo a ordem crescente de massa atômica.

A tabela periódica atual

Embora a proposta de Mendeleev tenha representado um grande avanço, ela ainda apresentava uma série de inconsistências que foram se tornando mais evidentes conforme novos elementos químicos eram descobertos. No início do século XX, como vimos, o avanço do conhecimento sobre as partículas subatômicas mostrou que o número atômico era característico de cada elemento químico. Com isso, a tabela periódica passou a ser organizada em ordem crescente de número atômico, o que resolveu boa parte das inconsistências observadas na tabela de Mendeleev. Outra alteração foi a disposição dos grupos em colunas, em vez de linhas.

Confira a tabela periódica atual na página a seguir.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

[...]

A química começou a deixar para trás suas raízes alquímicas no século 18, em parte com a descoberta de grande número de novos elementos. Entre 1735 e 1826, nada menos do que 40 novos elementos foram acrescentados aos nove conhecidos na Antiguidade (cobre, prata, ouro, ferro, mercúrio, chumbo, estanho, enxofre e carbono) e aos quatro ou cinco descobertos durante a Idade Média (fósforo, arsênio, antimônio, bismuto e zinco). Com a descoberta acelerada de tantos novos elementos, todos os químicos passaram a se defrontar, forçosamente, com determinadas perguntas: quantos elementos existiam? Havia algum limite a seu número (nesse ponto entravam considerações teológicas: será que Deus, em sua divina economia, não teria utilizado o menor número possível de elementos? Ou será que ele, em sua generosidade divina, não teria usado o maior número possível?)? Será que todos os elementos eram aparentados, de alguma maneira? E, se isso fosse fato, como poderiam ser classificados?

[...]

[...] Finalmente, em 1860, foi realizada em Karlsruhe a primeira conferência internacional de químicos da história, com o objetivo expresso de esclarecer a confusão em torno dos átomos, moléculas, massas atômicas e valências [...]. Finalmente, com massas atômicas corrigidas e uma ideia clara da valência, estava aberto o caminho para uma classificação abrangente dos elementos.

É um exemplo notável de sincronicidade o fato de que ao longo da década seguinte foram criadas nada menos do que seis classificações desse tipo, todas baseadas na descoberta da periodicidade. De Chancourtois, na França, Newlands e Odling, na Inglaterra, Meyer, na Alemanha, Hinrichs, nos EUA, e Mendeleiev, na Rússia, todos observaram que, se os elementos fossem organizados em ordem de massa atômica crescente, tornava-se evidente a existência de uma periodicidade de propriedades químicas e físicas.

[...]

SACKS, O. A história dos elementos. **Folha de S.Paulo**. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/mais/fs13069905.htm>. Acesso em: 9 nov. 2017.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

A tabela periódica não é somente uma maneira lógica e pragmática de organizar os elementos químicos; ela é também, sem sombra de dúvida, um símbolo do profundo conhecimento que a humanidade construiu acerca da natureza. A organização simples, econômica e elegante de todos os elementos químicos existentes representa não apenas alguns alicerces do pensamento científico, mas também características oriundas, essencialmente, do mundo natural.

Cabe dedicar um tempo para a leitura da tabela periódica pelos alunos. Antes de iniciar as explicações sobre como a tabela deve ser lida, deixar que os estudantes a explorem por conta própria por alguns minutos e, em seguida, pedir que expressem suas impressões individuais. Ouvir as ideias apresentadas, utilizando-as para construir a noção de que essa tabela condensa uma grande quantidade de informações sobre a natureza química do mundo.

Grupos

Períodos	1 METAIS ALCALINOS	2 METAIS ALCALINO-TERROSOS	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 GRUPO DO BORO	14 GRUPO DO CARBONO	15 GRUPO DO NITROGÊNIO	16 GRUPO DO OXIGÊNIO	17 HALOGÊNIOS	18 GASES NOBRES
1	1 H Hidrogênio 1,01																	2 He Hélio 4,00
2	3 Li Lítio 6,94	4 Be Berílio 9,01											5 B Boro 10,8	6 C Carbono 12,0	7 N Nitrogênio 14,0	8 O Oxigênio 16,0	9 F Flúor 19,0	10 Ne Neônio 20,2
3	11 Na Sódio 23,0	12 Mg Magnésio 24,3											13 Aℓ Alumínio 27,0	14 Si Silício 28,1	15 P Fósforo 31,0	16 S Enxofre 32,1	17 Cℓ Cloro 35,5	18 Ar Argônio 39,9
4	19 K Potássio 39,1	20 Ca Cálcio 40,1	21 Sc Escândio 45,0	22 Ti Titânio 47,9	23 V Vanádio 50,9	24 Cr Crômio 52,0	25 Mn Manganês 54,9	26 Fe Ferro 55,8	27 Co Cobalto 58,9	28 Ni Níquel 58,7	29 Cu Cobre 63,5	30 Zn Zinco 65,4	31 Ga Gálio 69,7	32 Ge Germânio 72,6	33 As Arsênio 74,9	34 Se Selênio 79,0	35 Br Bromo 79,9	36 Kr Criptônio 83,8
5	37 Rb Rubídio 85,5	38 Sr Estrôncio 87,6	39 Y Ítrio 88,9	40 Zr Zircônio 91,2	41 Nb Nióbio 92,9	42 Mo Molibdênio 95,9	43 Tc Tecnécio (98)	44 Ru Rutênio 101,1	45 Rh Ródio 102,9	46 Pd Paládio 106,4	47 Ag Prata 107,9	48 Cd Cádmio 112,4	49 In Índio 114,8	50 Sn Estanho 118,7	51 Sb Antimônio 121,7	52 Te Telúrio 127,6	53 I Iodo 126,9	54 Xe Xenônio 131,3
6	55 Cs Césio 132,9	56 Ba Bário 137,3	57-71 La-Lu	72 Hf Háfnio 178,5	73 Ta Tântalo 180,9	74 W Tungstênio 183,8	75 Re Rênio 186,2	76 Os Ósmio 190,2	77 Ir Irídio 192,2	78 Pt Platina 195,1	79 Au Ouro 197,0	80 Hg Mercúrio 200,6	81 Tℓ Tálio 204,4	82 Pb Chumbo 207,2	83 Bi Bismuto 209,0	84 Po Polônio (209)	85 At Astato (210)	86 Rn Radônio (222)
7	87 Fr Frâncio (223)	88 Ra Rádio (226)	89-103 Ac-Lr	104 Rf Rutherfórdio (267)	105 Db Dúbnio (268)	106 Sg Seabórgio (271)	107 Bh Bóhrio (270)	108 Hs Hássio (277)	109 Mt Meitnério (276)	110 Ds Darmstádtio (281)	111 Rg Roentgênio (281)	112 Cn Copernício (285)	113 Nh Nihônio (286)	114 Fℓ Fleróvio (289)	115 Mc Moscóvio (288)	116 Lv Livermório (293)	117 Ts Tenesso (294)	118 Og Oganessônio (294)

LANTANÍDEOS	57 La Lantânio 138,9	58 Ce Cério 140,1	59 Pr Praseodímio 140,9	60 Nd Neodímio 144,2	61 Pm Promécio (145)	62 Sm Samário 150,4	63 Eu Európio 152,0	64 Gd Gadolínio 157,2	65 Tb Térbio 158,9	66 Dy Disprósio 162,5	67 Ho Hólmio 164,9	68 Er Érbio 167,3	69 Tm Túlio 168,9	70 Yb Itérbio 173,0	71 Lu Lutécio 175,0
ACTINÍDEOS	89 Ac Actínio (227)	90 Th Tório 232,0	91 Pa Protactínio 231,0	92 U Urânio 238,0	93 Np Netúnio (237)	94 Pu Plutônio (244)	95 Am Amerício (243)	96 Cm Cúrio (247)	97 Bk Berquélio (247)	98 Cf Califórnio (251)	99 Es Einstênio (252)	100 Fm Férmio (257)	101 Md Mendelévio (258)	102 No Nobélio (259)	103 Lr Laurêncio (262)

Número atômico
Símbolo
Nome do elemento
Massa atômica

Metais
Não metais
Gases nobres

Estado físico a 0 °C e 1 atm
Li - Sólido
Br - Líquido
H - Gasoso
Tc - Artificial

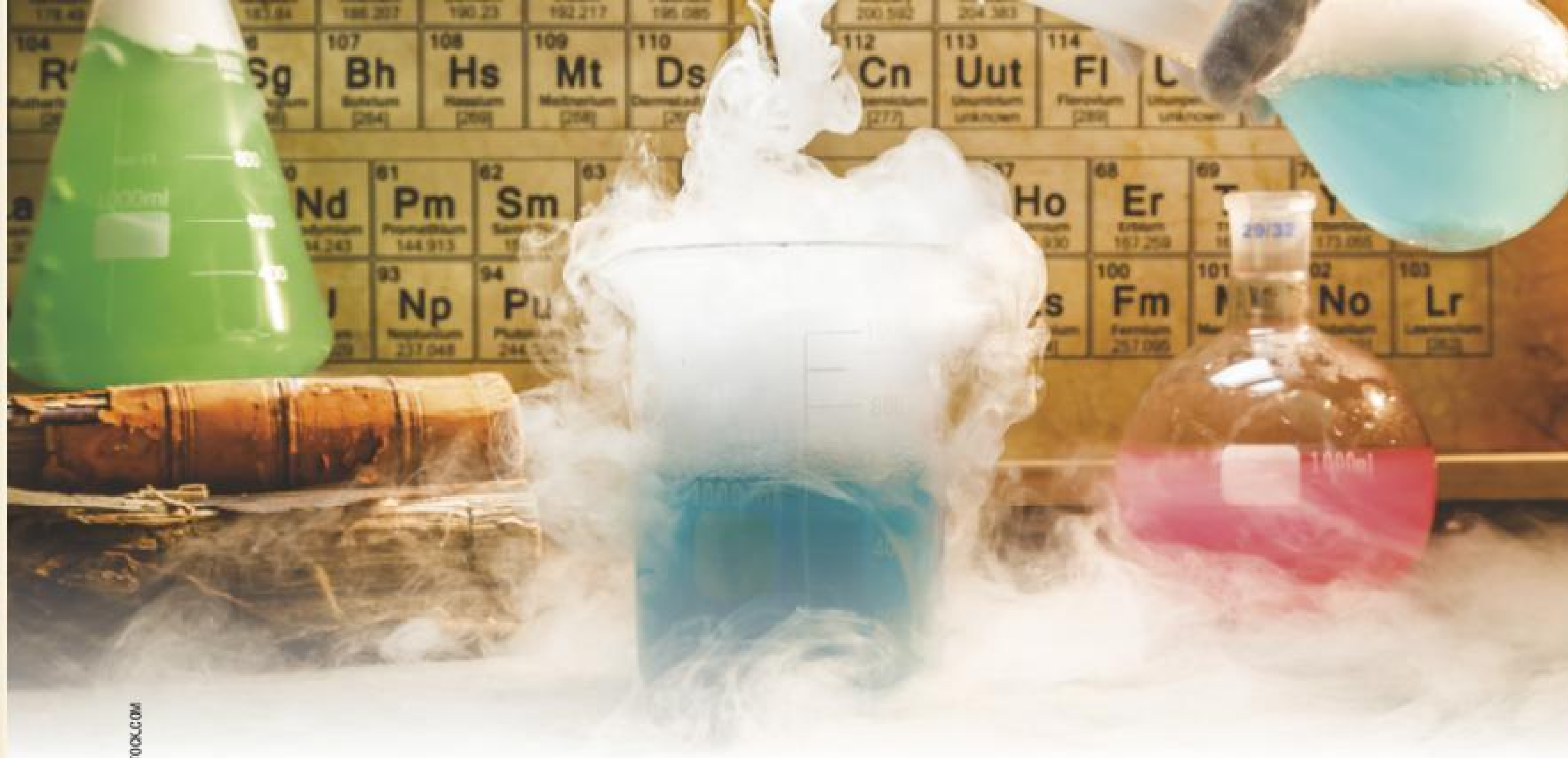
ALEX ARGOZINO

Tabela periódica.

*Estados físicos a 25 °C e 1 atm.

Fontes: IUPAC. **Periodic table of elements**. Disponível em: <https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/>. Acesso em: 27 set. 2018; COHEN, E. R. et al. **Grandezas, unidades e símbolos em físico-química**. Tradução: Romeu C. Rocha-Filho; Rui Fausto (coords.). São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2018. p. 251. Disponível em: <http://www.sbq.org.br/livroverde/anexos/LivroVerde_IUPAC_SBQ-SPQ_2018.pdf>. Acesso em: 27 set. 2018.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD



SHAITH/SHUTTERSTOCK.COM

Como ler a tabela periódica

A representação da tabela periódica pode ter diferenças de uma fonte para outra, mas existem alguns padrões. Por exemplo, cada elemento químico é representado pelo seu símbolo dentro de um quadro. Acima do símbolo é apresentado o número atômico do elemento; abaixo, podem ser listados o nome e a massa atômica do elemento. Veja o exemplo do oxigênio:

8
O
Oxigênio
16,0

ALEX ARGOZINO

A leitura da tabela periódica nos permite saber que o oxigênio tem número atômico 8 e número de massa 16 e que seu símbolo é O.

A massa atômica informada na tabela leva em conta a existência de diferentes isótopos de cada elemento químico. Calcula-se a média das massas atômicas, levando em consideração a distribuição de cada isótopo na natureza. Por essa razão, muitos valores de massa atômica na tabela possuem casas decimais.

A tabela periódica organiza os elementos químicos em **grupos** (colunas) e **períodos** (linhas). Elementos de um mesmo grupo apresentam propriedades semelhantes, e estas variam de forma gradativa ao longo de cada período.

O hidrogênio (H) é o único elemento químico que não é classificado em um grupo. Vamos conhecer alguns grupos da tabela periódica.

O **grupo 1** é o dos metais alcalinos. São metais com baixa dureza e temperaturas de fusão e ebulição menores que a maioria dos metais.

O **grupo 2** é o dos metais alcalinoterrosos. São mais duros e com temperaturas de fusão e ebulição maiores que as dos metais alcalinos.

O **grupo 17** é o dos halogênios, termo que significa "geradores de sal". Essa expressão faz referência ao fato de esses elementos químicos serem abundantes no sal marinho.

O **grupo 18** é o dos gases nobres. Esses elementos são pouco abundantes na Terra e formam substâncias simples que dificilmente reagem com outras.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Após ouvir as impressões individuais dos estudantes sobre a tabela periódica, orientá-los quanto aos principais critérios para a leitura da tabela periódica. A informação mais imediata na leitura é o símbolo que representa o elemento.

Explicar que muitos desses símbolos são derivados do nome dos elementos em latim, como a prata (Ag, de *argentum*: brilhante), o estanho (St, de *stanum*: fácil de fundir), o ouro (Au, de *aurun*: amarelo), entre outros. Antoine Lavoisier, no final do século XVIII, sugeriu que os novos elementos deveriam ser nomeados com base nas suas propriedades. Isso influenciou o nome de elementos como hidrogênio ("gerador de água"), bromo ("mau cheiro"), iodo ("violeta"), entre outros. Existem também elementos nomeados em homenagem a corpos celestes, figuras mitológicas e lugares, a exemplo do hélio (Sol), selênio (Lua), urânio (Urano), mercúrio (da mitologia grega), titânio (em referência aos Titãs, também da mitologia grega) e germânio (Alemanha).

É conveniente comentar que algumas propriedades dos elementos químicos não se adequam exatamente às previsões feitas a partir do posicionamento na tabela periódica. Um exemplo disso é o carbono, que é capaz de conduzir corrente elétrica em determinadas condições, embora seja um não metal. Se julgar pertinente, comentar que inconsistências como essa revelam que ainda há muito o que se descobrir acerca da natureza dos elementos químicos e que os critérios de classificação podem mudar ao longo do tempo por conta disso.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Metais, não metais e gases nobres

A classificação tradicional dos elementos em metais, não metais e gases nobres agrupa os elementos de maneira a evidenciar certas características em comum nos elementos químicos. Ao explorar os diferentes exemplos fornecidos, pedir aos estudantes que mencionem outros exemplos para avaliar o repertório da turma sobre o assunto.

Analisar as fotografias de materiais feitos de metal com os alunos e orientá-los a encontrar os metais apresentados na tabela periódica. Pedir então para que eles percorram a tabela e analisem apenas os metais, indicando quais desses elementos eles já ouviram falar e como eles são utilizados. Esclarecer que, embora possuam características em comum, os metais apresentam diferenças entre si. Alumínio e cobre, por exemplo, são bons condutores de eletricidade, no entanto o cobre cumpre essa função com muito mais eficiência. O ouro tem uma condutividade elétrica superior à do cobre, mas seu custo elevado inviabiliza sua utilização para a confecção de fios elétricos.

Ao tratar dos não metais, comentar que o carbono pode formar diferentes substâncias simples. O grafite é um exemplo, mas vale lembrar que o diamante também é constituído apenas de carbono. Apresentar essa informação e esclarecer que, embora sejam formadas pelo mesmo elemento, essas duas substâncias apresentam características completamente distintas entre si em decorrência da maneira como os átomos estão organizados.

Metais, não metais e gases nobres

Uma classificação tradicional dos elementos químicos os agrupa em três categorias: metais, não metais (ou ametais) e gases nobres. Na tabela periódica que apresentamos, essas categorias são identificadas com quadros de cores diferentes.

Note que os **metais** representam a maioria dos elementos químicos. Eles formam substâncias simples que são boas condutoras de calor e eletricidade e são geralmente maleáveis e **dúcteis**. Os metais possuem um brilho característico e, com a exceção do ouro e do cobre, são acinzentados ou prateados. Na natureza, a maioria dos metais encontra-se associada a outros elementos químicos, na forma de minerais. Nas **condições ambientes de temperatura e pressão** (25 °C e pressão de 1 atm), todos os metais são sólidos, com exceção do mercúrio, que é líquido.

Dúctil: que pode ser estirado ou comprimido sem se romper.

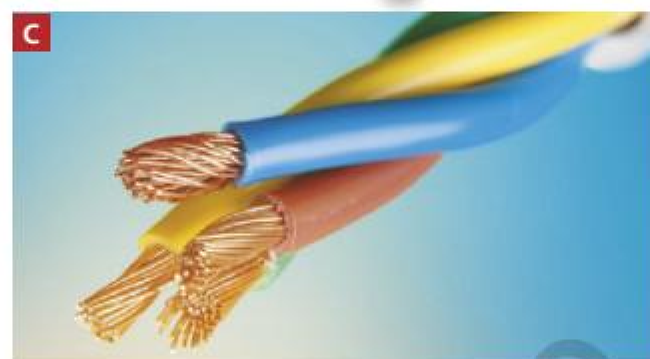
A



B



C



Exemplos de objetos de metal: (**A**) rolo de papel alumínio (Aℓ); (**B**) objeto da cultura asteca feito de ouro (Au); (**C**) fios elétricos de cobre (Cu).

Os **não metais** correspondem a, aproximadamente, um décimo de todos os elementos químicos. Eles formam substâncias simples que, em geral, não são boas condutoras de calor e eletricidade, não são maleáveis nem dúcteis. Nas condições ambientes de temperatura e pressão, alguns não metais são sólidos (como carbono, fósforo e enxofre) e outros são gasosos (como nitrogênio e oxigênio). O bromo é o único não metal que forma uma substância simples em estado líquido nessas condições.



Amostra de grafite, substância simples formada por carbono (C).

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Os **gases nobres** recebem essa denominação por raramente se combinarem com outros elementos químicos em condições ambientes. Acreditava-se que eles não reagiam com nenhuma outra substância até que, na década de 1960, foi demonstrado que isso pode ocorrer em condições específicas.

Dos gases nobres, somente o radônio e o oganessônio não são encontrados na atmosfera terrestre. O radônio é originado em regiões onde existem reservas subterrâneas de alguns metais, como o rádio. Já o oganessônio é um elemento artificial, produzido somente em laboratório.

PALAVRAS-CHAVE

Nos estudos de Química, muitas vezes é necessário ter uma referência de temperatura e pressão. Em tabelas periódicas, por exemplo, é informado o estado físico de uma substância simples formada por cada um dos elementos. Essa informação, porém, só faz sentido se vier acompanhada de informações de temperatura e pressão: o potássio, por exemplo, é sólido a 30 °C, mas torna-se líquido em temperaturas acima de 64 °C, aproximadamente. Essa afirmação é verdadeira se considerarmos uma pressão de 1 atm, isto é, a pressão atmosférica ao nível do mar. A pressões menores, o ponto de fusão diminui; com pressões maiores, ele aumenta.

Com isso, ficou evidente a necessidade de se adotar alguns padrões no estudo dos elementos químicos. Um deles são **as condições ambientes de temperatura e pressão**, que correspondem a 25 °C e 1 atm. Existem ainda outros padrões, como as condições normais de temperatura e pressão (0 °C e 1 atm), conhecida como **CNTP**, muito utilizadas no estudo dos gases.



Alguns gases nobres emitem luz ao serem atravessados por corrente elétrica, o que os torna úteis para iluminação. (**A**) Letreiro de neônio. (**B**) Farol automotivo de xenônio.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

de temperatura e pressão". Adotamos a definição proposta pela União Internacional da Química Pura e Aplicada (IUPAC). Para saber mais sobre o assunto, consultar o artigo indicado a seguir.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Artigo: O uso da terminologia NORMAL e PADRÃO. LOURENÇO, Leandro Maranghetti; PONTES, Paulo Marcelo. **Química Nova na Escola**, 2007. Disponível em: <http://livro.pro/3mjq6h>. Acesso em: 9 nov. 2018.

A noção de que os gases nobres não reagem com outras substâncias decorre da teoria clássica das ligações químicas, que afirma que um átomo não reage com outro se sua camada de valência estiver estável, com oito elétrons, de acordo com a regra do octeto. Essa noção foi abandonada em função do trabalho do químico britânico Neil Bartlett (1932-2008), que demonstrou em 1961 que o hexafluoreto de platina (PtF_6) podia reagir com o xenônio (Xe), formando o hexafluoroplatinato de xenônio, $XePtF_6$. Desde então, outros compostos com gases nobres foram produzidos, embora muitos possuam alta instabilidade.

Existe certa confusão presente na literatura didática de química quanto ao uso das expressões "Condições normais de temperatura e pressão" e "Condições padrão

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ATIVIDADES

1. O termo oxigênio, isolado, refere-se ao elemento químico; gás oxigênio refere-se à substância química formada por dois átomos de oxigênio e que é gasosa em condições ambientes.

2. a) O número de prótons é igual ao número atômico: 43.

b) O número de elétrons também é 43, pois o átomo é eletricamente neutro.

c) O número de nêutrons é igual à diferença entre o número de massa e o número atômico: 98 − 43 = 55.

3. Todos têm 16 prótons e 16 elétrons; S-32 tem 16 nêutrons, S-33 tem 17 nêutrons, S-34 tem 18 nêutrons.

4. a) p = 19; e = 18.
b) p = 35; e = 36.
c) p = 13; e = 10.
d) p = 15; e = 18.

6. Resposta variável. Espera-se que os alunos identifiquem elementos do grupo dos metais e consigam distingui-los das ligas metálicas também presentes no cotidiano, como latão e bronze. Isso pode ser feito consultando a tabela periódica ou durante as pesquisas. Analisar as respostas fornecidas pelos estudantes para verificar se eles diferenciam corretamente elementos químicos e substâncias.

ATIVIDADES

NÃO ESCREVA NO LIVRO.

1. Qual é a diferença entre oxigênio e gás oxigênio?

2. Suponha um átomo eletricamente neutro com número atômico 43 e massa atômica 98. Qual é seu número de:

a) prótons? **b)** elétrons? **c)** nêutrons?

3. Considere os seguintes isótopos do enxofre e responda.



- Qual é o número de prótons, elétrons e nêutrons de cada um, considerando átomos eletricamente neutros?

4. Consulte a tabela periódica e escreva o número de prótons e elétrons em cada caso.

a) K^+ **c)** Al^{3+}
b) Br^- **d)** P^{3-}

5. O quadro a seguir apresenta os seis elementos químicos mais abundantes no corpo humano (em termos de massa, não em número de átomos). Localize esses elementos na tabela periódica e monte uma tabela relacionando nome, símbolo, número atômico, grupo e estado físico (nas condições ambientes de temperatura e pressão) de cada um.

Elemento químico	Porcentagem no corpo humano (em massa)
Oxigênio	65
Carbono	18,5
Hidrogênio	9,5
Nitrogênio	3,2
Cálcio	1,5
Fósforo	1

Fonte: OPENSTAX COLLEGE. **Anatomy & Physiology**. Disponível em: <https://cnx.org/contents/FPtK1zmh@6.27:zMTtFGyH@4/Introduction>. Acesso em: 27 set. 2018.

6. Em duplas, pesquisem em livros ou na internet exemplos de cinco metais e três não metais presentes no cotidiano de vocês. Anotem símbolo, número atômico e propriedades desses elementos que vocês julgarem interessantes. Apresentem as informações obtidas para as outras duplas.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

5.

Elemento químico	Símbolo	Número atômico	Grupo	Estado físico
Oxigênio	O	8	16	Gasoso
Carbono	C	6	14	Sólido
Hidrogênio	H	1	--	Gasoso
Nitrogênio	N	7	15	Gasoso
Cálcio	Ca	20	2	Sólido
Fósforo	P	15	15	Sólido

Transformações da matéria

Na natureza, a matéria passa por inúmeras transformações. Pense nas suas tarefas cotidianas: tomar um banho quente, preparar um suco, usar um automóvel, comer uma fruta, por exemplo, envolvem diferentes transformações da matéria. Algumas transformações são físicas, como as mudanças de estado físico, e outras são químicas, quando há formação de novas substâncias a partir de outras. Vamos entender um pouco melhor essas transformações considerando o que acontece no nível submicroscópico, isto é, com os átomos que formam a matéria.

Estados físicos

As partículas (átomos e moléculas) que formam as substâncias estão constantemente em movimento. A intensidade dessa movimentação tem relação com o estado físico em que a substância se encontra: no estado **sólido**, as partículas vibram em torno de um ponto, mas mantêm-se próximas umas às outras devido à atração entre elas. Isso faz com que sólidos geralmente sejam rígidos, com volume e forma constantes. Uma lata de alumínio, por exemplo, mantém seu formato a menos que uma força suficientemente intensa seja aplicada sobre ela.

Em alguns sólidos, as partículas se dispõem de maneira organizada; em outros, essa organização não ocorre. Isso é determinante para uma série de características do material, como dureza, ductibilidade e maleabilidade.



LIFETIMESTOCK/SHUTTERSTOCK.COM



SWARDMAN/SHUTTERSTOCK.COM



KOZMAPHOTO/SHUTTERSTOCK.COM

PRO500/SHUTTERSTOCK.COM

Exemplos de substâncias sólidas. (**A**) Diamante, o material natural mais duro que se conhece. (**B**) Fios de estanho, usados para solda de equipamentos eletrônicos; a ductibilidade permite a formação de fios. (**C**) O ferro é maleável e pode ser retorcido de diferentes maneiras, como no detalhe do portão da imagem.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

TRANSFORMAÇÕES DA MATÉRIA

O conteúdo nestas páginas fornece subsídios sobre as mudanças de estado físico da matéria com base no modelo de constituição submicroscópica e, portanto, pode ser empregada no desenvolvimento da **habilidade EF09CI01**.

Ao tratar das transformações da matéria, retomar o que os alunos já sabem sobre o tema, que é tradicionalmente desenvolvido, ao menos em partes, em anos anteriores do Ensino Fundamental. Questionar se eles sabem o que são transformações físicas ou se reconhecem as mudanças de estado físico. Retomar as principais propriedades de gases, líquidos e sólidos e investigar se os estudantes têm noções prévias do arranjo das substâncias no nível submicroscópico. Ao avaliar as respostas fornecidas, se possível, identificar quais modelos atômicos os estudantes evocam em seus argumentos. É importante esclarecer eventuais concepções alternativas antes de prosseguir com o assunto.

Estados físicos

O exemplo do grafite, apresentado na página 100, pode ser retomado aqui para uma comparação com o diamante, pois ambos são formados apenas por átomos do elemento químico carbono. Enquanto o grafite é escuro, opaco e facilmente riscável, o diamante é transparente, incolor e extremamente duro. Essas diferenças são originadas pelos diferentes arranjos moleculares dessas substâncias. O artigo listado a seguir propõe uma intervenção didática que emprega a construção de modelos moleculares tridimensionais para abordar ligações químicas; ele pode ser consultado como possibilidade de aprofundamento no assunto.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Artigo: Elaboração e aplicação de uma intervenção didática utilizando situação-problema no ensino de ligação química. FERNANDES, Lucas dos Santos; CAMPOS, Angela Fernandes. **Experiências em ensino de Ciências**, 2014. Disponível em: <http://livro.pro/kudsmz>. Acesso em: 9 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Dedicar um tempo para a leitura e análise da imagem que retrata as partículas submicroscópicas que formam a matéria. Questionar os estudantes sobre o que eles identificam na imagem e avaliar as respostas. As bolinhas na ilustração podem representar tanto átomos quanto moléculas que constituem as substâncias. A representação é propositalmente simplificada para reduzir a quantidade de informação na imagem, favorecendo a leitura do fenômeno que se pretende ressaltar – no caso, o movimento das partículas. Se julgar pertinente, retomar o modelo atômico de Dalton, mencionando que as partículas representadas podem ser comparadas aos átomos de Dalton, para fins didáticos.

Ao tratar das mudanças de estado físico, avaliar se os alunos associam fusão e vaporização ao aumento da energia térmica, e a condensação e a solidificação à diminuição da energia térmica do corpo. Esses conceitos são trabalhados no livro de 8º ano.

Para abordar a relação entre a altitude do local e a temperatura de ebulição da água, recomendamos consultar o texto a seguir como ponto de partida.

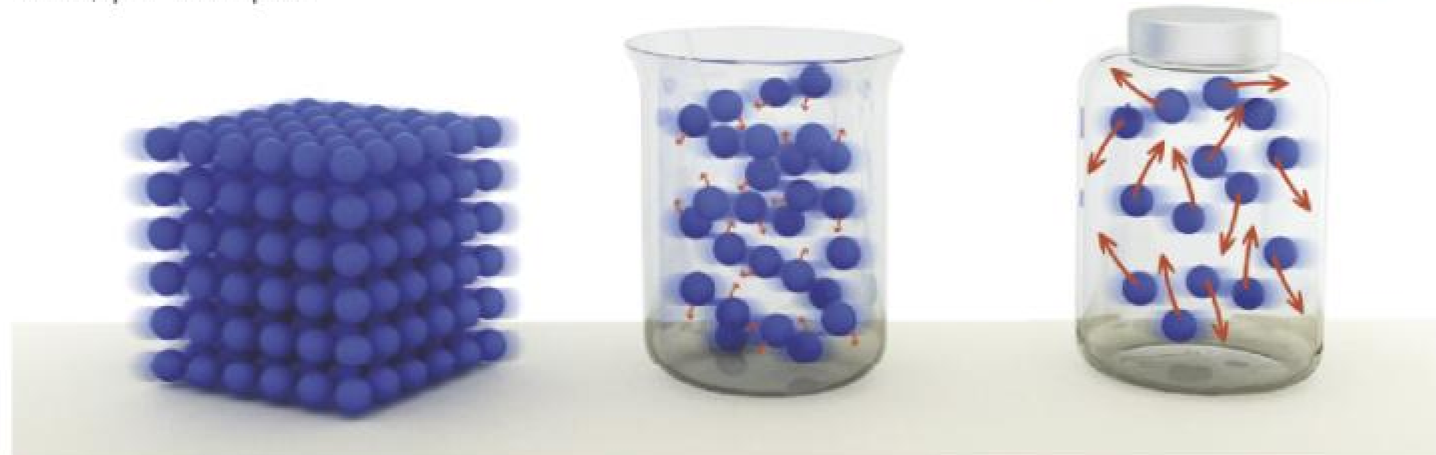
No estado **líquido**, a atração entre as partículas é menor e elas se movem mais afastadas entre si e com mais liberdade. Nesse estado, as partículas não têm uma disposição fixa, como ocorre nos sólidos. Em decorrência disso, os líquidos têm volume fixo, mas não têm uma forma definida, adquirindo o formato do recipiente onde estão inseridos.

Os **gases** têm volume e forma variáveis. Isso ocorre porque, nesse estado, a atração entre as partículas é muito fraca, e elas se movem livremente por todo o espaço disponível. Essa característica permite que gases sejam comprimidos ou expandidos, por exemplo.


DIM154/SHUTTERSTOCK.COM

As partículas que formam os líquidos se atraem de maneira mais fraca que nos sólidos. Elas tendem a se manter próximas, mas com mais liberdade de movimento.

AS CORES NÃO SÃO REAIS. IMAGENS FORA DE PROPORÇÃO.


CRIS ALENCAR

Representação simplificada das partículas que formam a matéria nos três estados físicos.

O estado físico em que uma substância se encontra depende da pressão e da temperatura a que ela está submetida. A água, por exemplo, é líquida a 80 °C e sólida em temperaturas abaixo de 0 °C, ao nível do mar (pressão de 1 atm). No topo do Everest, a mais de 8 mil metros de altitude, a pressão atmosférica é menor que 1 atm, e a água passa para o estado gasoso em temperaturas acima de 71 °C, aproximadamente.

Neste momento, vamos nos ater à influência da temperatura sobre as mudanças de estado físico. Para isso, vamos considerar que a pressão se mantém constante a 1 atm nos exemplos apresentados.

Quando uma substância é aquecida, sua quantidade de energia térmica aumenta e, com isso, as partículas que a constituem passam a se movimentar mais intensamente e se afastam entre si. Se a quantidade de calor recebida for suficiente, a substância muda de estado físico. O inverso ocorre quando a substância é resfriada, isto é, perde energia térmica: a movimentação das partículas vai se tornando cada vez menos intensa e elas se aproximam.


FIRMA V/SHUTTERSTOCK.COM

Cilindro de hélio, usado para encher balões de festa. O gás é comprimido, ocupando todo o volume interno do cilindro. Ao passar para o balão, o gás se expande.

104

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

• Texto: **Onde se cozinha mais rápido, em BH ou La Paz?** CENTRO DE REFERÊNCIA PARA O ENSINO DE FÍSICA. Disponível em: <http://livro.pro/jxfv7g>. Acesso em: 09 nov. 2018.

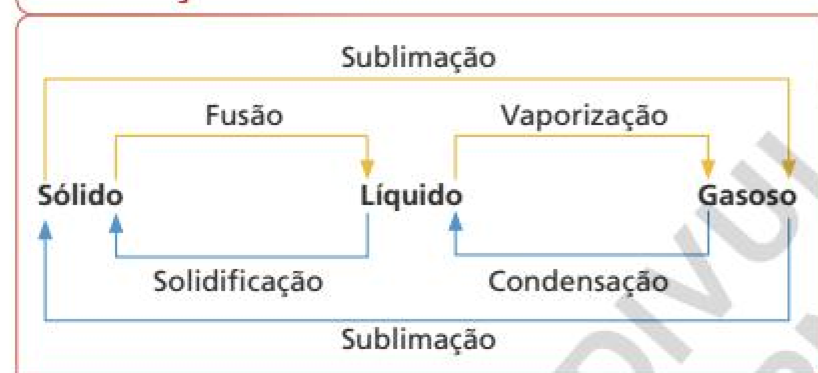
Mudanças de estado físico

Quando a temperatura de um corpo diminui, podem ocorrer três tipos de mudança de estado físico:

- A passagem do estado gasoso para o estado líquido chama-se **condensação**. Ela ocorre, por exemplo, quando o vapor de água do ar forma gotas na superfície de um copo gelado.
- A passagem do estado líquido para o estado sólido chama-se **solidificação**. É o que ocorre na superfície de lagos congelados, por exemplo.
- A passagem do estado gasoso diretamente para o estado sólido chama-se **sublimação**. É o que ocorre na formação da neve e do granizo, por exemplo.

Quando a temperatura de um corpo aumenta, podem ocorrer três tipos de mudança de estado físico:

- A passagem do estado sólido para o estado líquido chama-se **fusão**. Um exemplo é o derretimento de um cubo de gelo.
- A passagem do estado líquido para o estado gasoso chama-se **vaporização** e pode se dar de duas formas: a **evaporação**, que ocorre lentamente (como uma poça na calçada que seca ao Sol), ou a **ebulição**, que é bem mais intensa e forma bolhas de gás no interior do líquido (é o caso da água fervendo em uma panela sobre a chama do fogão).
- A passagem do estado sólido para o gasoso também se chama **sublimação**. Esse processo ocorre, por exemplo, com o material conhecido como "gelo-seco", que é dióxido de carbono em estado sólido. Exposto à temperatura ambiente, esse material passa diretamente para o estado gasoso.





A formação de gotinhas na superfície de um copo gelado se deve à condensação do vapor de água presente no ar atmosférico.



Os flocos de neve se formam pela sublimação do vapor de água presente no ar.



Note a formação de bolhas de gás no interior do líquido, característico da ebulição.



O gelo-seco sublima em temperatura ambiente, produzindo uma fumaça branca e fria que logo se dissipa no ambiente.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Para que um cristal apareça, basta que uma nuvem tenha pelo menos uma parte com temperatura abaixo de 0 °C. Quando ela ultrapassa essa barreira, o vapor que forma a nuvem começa a se transformar em cristal de neve. Mas esse é só o início da história [...]. Não é porque o vapor virou gelo que ele vai chegar assim ao chão. Nuvens bem frias, com temperaturas que chegam a -80 °C, existem em todo o planeta, inclusive no Brasil. A diferença é que, por aqui, o ar mais próximo à superfície é quente, fazendo com que os cristais quase sempre derretam e caiam na forma de chuva. Um dado curioso é que a "fase gelada" das moléculas de água é bem rápida. Depois de evaporar de rios, lagos e oceanos, a água fica cerca de nove dias em suspensão na atmosfera. Desse tempo todo, a molécula passa menos de três horas na forma de cristal de neve. Outra coisa importante [...] é que os cristais nem sempre têm a forma de estrelas. O que dá para dizer é que eles costumam ter seis lados, em uma estrutura parecida com um hexágono, pois é desse jeito que os átomos de hidrogênio e oxigênio (que formam a água) se ligam no estado sólido. Mesmo assim, a forma final do cristal varia bastante. [...]

[...]

RATIER, R. Como se formam os cristais de neve? Por que eles têm forma de estrelas? **Abril Comunicações S.A.** Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-se-formam-os-cristais-de-neve-por-que-eles-tem-forma-de-estrelas/>. Acesso em: 9 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Dedicar um tempo para realizar com a turma a leitura do gráfico da variação da temperatura da água ao longo do tempo, quando sujeita a uma fonte constante de calor. Verificar se os estudantes identificam que a temperatura aumenta ao longo do tempo, exceto nos momentos em que ocorrem as mudanças de estado físico.

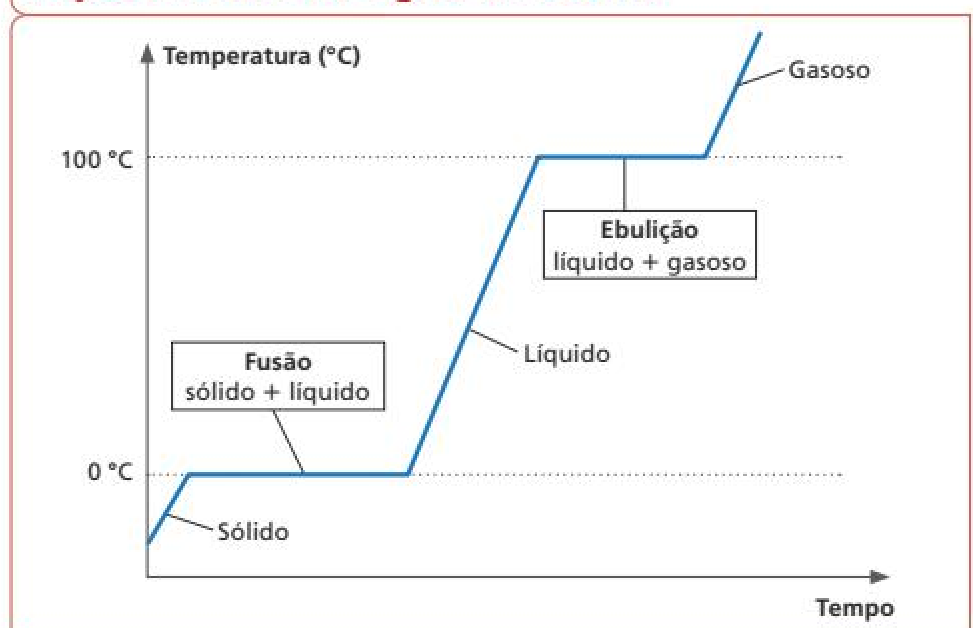
VAMOS VERIFICAR

A seção **Vamos verificar** propõe uma investigação sobre o superaquecimento da água no forno micro-ondas. Esse fenômeno pode ser demonstrado para a turma, mas exige uma série de cuidados de segurança e é contra-indicado. Por isso, a pesquisa por vídeos na internet é sugerida. Uma indicação está no *link* da seção **Para saber mais: aluno**. Orientar os estudantes para que não tentem realizar essa atividade em casa, reforçando o conselho de que o uso do forno micro-ondas deve sempre seguir as instruções do fabricante. Para subsidiar a pesquisa sobre o funcionamento do micro-ondas, pode ser sugerida uma consulta à Unidade 4, que aborda ondas eletromagnéticas.

Para cada substância, a fusão e a ebulição ocorrem em temperaturas específicas. No caso da água, a **temperatura de fusão** é 0 °C, e a **temperatura de ebulição** é 100 °C; para o etanol, a temperatura de fusão é –114 °C, e a de ebulição é 78 °C. Esses valores são válidos para pressão de 1 atm.

Durante a fusão, a substância coexiste na forma sólida e líquida. Ao longo desse processo, conforme cede ou recebe calor, a temperatura da substância não se altera. De modo semelhante, durante a ebulição, a substância está presente nos estados líquido e gasoso, sem que a temperatura varie. Esse processo é representado pelo gráfico a seguir.

Aquecimento da água (a 1 atm)



VAMOS VERIFICAR

ATENÇÃO: siga sempre as instruções do fabricante ao utilizar o forno micro-ondas. Não tente o fenômeno aqui apresentado em casa.

Aquecer água no micro-ondas pode provocar acidentes?

Há algum tempo, circulam informações e vídeos nas redes sociais afirmando que, quando a água é aquecida no forno micro-ondas, ela pode explodir ao ser manipulada, provocando graves queimaduras. Será que isso é verdade?

Em duplas, pesquisem em livros ou na internet como o forno micro-ondas aquece a água. Busquem também informações sobre um fenômeno chamado superaquecimento, que ocorre, por exemplo, quando uma substância permanece líquida mesmo estando em temperatura acima de seu ponto de ebulição.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ATIVIDADES

- Aquecer água no micro-ondas pode provocar acidentes? Se sim, o que fazer para não correr risco?

PARA SABER MAIS: ALUNO

- Vídeo: **É real: Água explode no micro-ondas! Nós testamos.** Produzido por: Manual do Mundo. Brasil, 2017. Disponível em: <http://livro.pro/339xdi>. Acesso em: 9 nov. 2018.

ATIVIDADES

NÃO ESCREVA NO LIVRO.

1. Pesquise um exemplo de situação cotidiana em que esteja presente algum gás comprimido. Explique a importância de o gás estar comprimido nessa situação.

2. Em grupos, elaborem uma história em quadrinhos sobre uma substância da escolha de vocês. Ao longo dessa história, a substância deve passar por, ao menos, duas mudanças de estado físico, e isso deve ser retratado em nível submicroscópico (isto é, o comportamento das partículas). As personagens e a história podem ser fictícias – vocês podem, por exemplo, representar moléculas como personagens –, mas as mudanças de estado físico devem corresponder ao que vocês estudaram. Por fim, compartilhem a HQ de vocês com os outros grupos.

3. Em duplas, discutam a seguinte questão:

Qual é o estado físico da espuma de barbear?

- Após conversarem sobre essa questão, apresentem a outra dupla suas conclusões e ouçam as dos colegas. Em seguida, pesquisem essa resposta em livros ou na internet e anotem as informações obtidas. As conclusões de vocês estavam corretas? E das outras duplas?

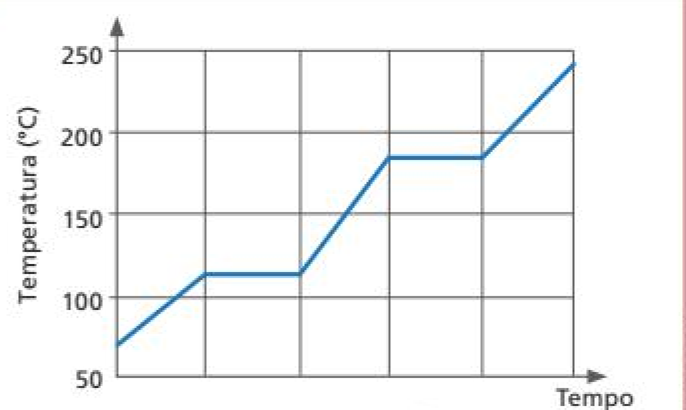
4. O gráfico ao lado representa a temperatura de uma amostra de iodo, inicialmente em estado sólido, submetida a uma fonte de calor constante. Em duplas, analisem-no e respondam.

a) Essa amostra mudou de estado físico? Como é possível saber?

b) Quais são as temperaturas de fusão e de ebulição do iodo, aproximadamente?

c) Qual é o estado físico do iodo a 100 °C? E a 200 °C?

Variação de temperatura do iodo (inicialmente em estado sólido)



EDITORIA DE ARTE

5. Analise a fotografia e responda.



NAGEL PHOTOGRAPHY/SHUTTERSTOCK.COM

O bisão-americano (*Bison bison*) habita regiões frias do Canadá e dos Estados Unidos.

- O que é a "fumacinha" que aparece na imagem? Como ela se formou?

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ATIVIDADES

1. Resposta variável. Os alunos podem citar pneu de bicicleta ou carro, botijão de gás, cilindro de gás oxigênio, entre outros. No botijão e no cilindro, o fato de o gás estar comprimido tem relação com a facilidade de transporte e armazenamento; comprimindo o gás, ele ocupa menos espaço. Nos pneus e bolas, o ar comprimido confere a pressão interna adequada para conferir a rigidez necessária para esses objetos.

2. Resposta pessoal. A elaboração de uma linha narrativa convida os estudantes a exporem as relações que eles compreendem entre os conceitos solicitados na atividade. Embora a história criada seja de ficção, é importante que variações de temperatura e/ou pressão e o grau de liberdade de movimentação das moléculas estejam relacionadas às mudanças de estado físico retratadas pelos estudantes.

3. O intuito desta atividade é fazer os alunos analisarem o problema e proporem explicações com base no que aprenderam. Mais importante do que acertarem ou não a resposta é a maneira como vão chegar a ela. É importante que as duplas sejam estimuladas a debater a questão. A espuma é uma dispersão coloidal, ou coloide, formada por um dispersante e um disperso. A espuma de barbear é formada por um dispersante líquido (água e princípios ativos) e um disperso gasoso. Comente que as claras batidas em neve são outro exemplo de espuma formada por gás e líquido.

4. a) Sim. É possível saber isso porque, ao longo do aquecimento constante, há dois momentos em que a temperatura do iodo não aumenta apesar de ele estar submetido a uma fonte de calor; isso é característico das mudanças de estado físico.

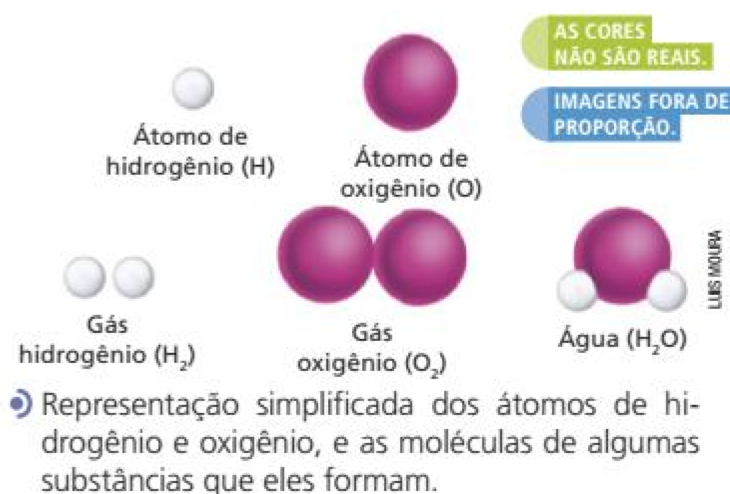
b) A temperatura de fusão é de 113 °C, enquanto a temperatura de ebulição é de 184 °C, aproximadamente. Verificar se os estudantes conseguem obter essas informações a partir da leitura do gráfico; comentar que as linhas em grade ajudam a obter uma estimativa próxima do valor.

c) A 100 °C é sólido; a 200 °C é gasoso.

5. Essa "fumacinha" é formada por água em estado líquido. Ela foi formada pela condensação do vapor de água presente na respiração do animal: no interior do corpo, a água estava no estado gasoso; ao entrar em contato com o ambiente frio, ela cede calor a ele e se condensa.

Transformações químicas

Atualmente, são conhecidas mais de 143 milhões de substâncias químicas distintas, e cada uma delas é formada por uma combinação diferente de elementos químicos ou por átomos de um mesmo elemento químico. Cada substância é representada por uma **fórmula química** própria, que informa os elementos químicos que a compõem, bem como a quantidade de cada um.



Representação simplificada dos átomos de hidrogênio e oxigênio, e as moléculas de algumas substâncias que eles formam.

Uma molécula de gás oxigênio, por exemplo, é formada por dois átomos do elemento químico oxigênio (O); sua fórmula química, portanto, é O_2. A água, por sua vez, é formada por dois átomos de hidrogênio (H) combinados a um átomo de oxigênio (O); com isso, a fórmula química da água é H_2O.

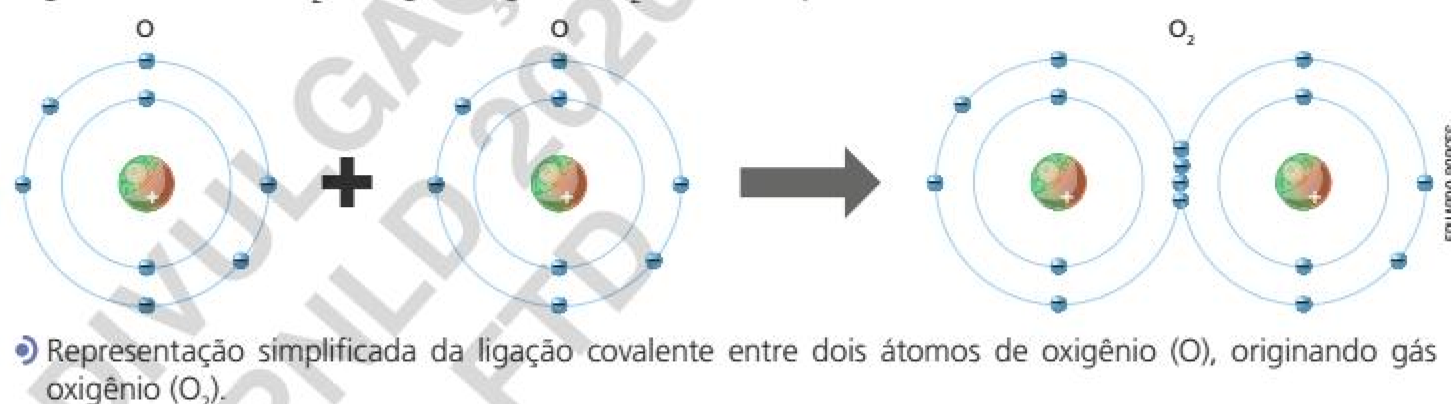
Ligações químicas

Os átomos podem formar combinações entre si por meio de **ligações químicas**, que envolvem a transferência ou o compartilhamento de elétrons. Dependendo de como ocorre, uma ligação química pode ser classificada em três categorias: iônica, covalente ou metálica.

As **ligações iônicas** ocorrem sempre entre cátions e ânions e dão origem a compostos iônicos, ou substâncias iônicas. Esse tipo de ligação mantém os elementos químicos fortemente unidos e geralmente ocorre entre um metal e um não metal.

Na ligação iônica, o cátion fornece um ou mais elétrons para o ânion, dando origem a um **composto iônico**. Um exemplo bastante comum de composto iônico é o cloreto de sódio, o principal componente do sal de cozinha. Essa substância é formada pela ligação entre um cátion sódio (Na^+) e um ânion cloro ($C\ell^-$) e tem fórmula química $NaC\ell$.

Nas **ligações covalentes**, os átomos compartilham um ou mais elétrons entre si. Diferentemente do que ocorre na ligação iônica, na ligação covalente nenhum dos elementos químicos cede ou recebe elétrons do outro. Esse tipo de ligação ocorre em moléculas formadas por não metais e dá origem a substâncias covalentes, ou substâncias moleculares. A água (H_2O), o gás carbônico (CO_2) e o gás oxigênio (O_2) são exemplos de substâncias covalentes.



Representação simplificada da ligação covalente entre dois átomos de oxigênio (O), originando gás oxigênio (O_2).

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Transformações químicas

Há uma série de concepções alternativas quanto às transformações químicas que são comuns entre os alunos de Ensino Fundamental e mesmo de Ensino Médio. Saber identificar e adotar maneiras de desconstruí-las é uma forma de enriquecer o conhecimento químico dos alunos. O artigo sugerido a seguir, do qual o trecho abaixo foi retirado, aprofunda o estudo dessa questão e sugere algumas estratégias de ação.

[...]

Vários estudos, disponíveis na literatura, mostram que os alunos têm, sobre os diversos fenômenos classificados como reações químicas, concepções bem diferentes daquelas aceitas pela comunidade científica. Os estudantes nem sempre reconhecem as entidades que se transformam e as que permanecem constantes, e tendem a centrar suas explicações nas mudanças perceptíveis que ocorrem com as substâncias, sequer fazendo referência às mudanças em nível atômico-molecular. Os raciocínios de conservação da massa, mesmo quando já utilizados para outros fenômenos, não são automaticamente transferidos para as situações envolvendo reações químicas.

Uma das maiores dificuldades que os alunos do ensino médio e fundamental enfrentam ao estudar as reações químicas está relacionada à grande extensão e generalidade desse conceito. Estudantes dificilmente reconhecem similaridades entre fenômenos que têm aspectos perceptivos bem diferenciados. [...]

[...]

Uma das formas de lidar com essas dificuldades e promover uma evolução na concepção dos alunos é discutir as explicações que eles fornecem a algumas transformações químicas bem simples, que podem ser realizadas numa sala de aula comum: a queima de uma vela em sistemas aberto e fechado; a formação de ferrugem; [e outras].

[...]

MORTIMER, E. F.; MIRANDA, L. C. Transformações: concepções de estudantes sobre reações químicas. **Química Nova na Escola**, 1995. Disponível em: <qnesc.sbq.org.br/online/qnesc02/aluno.pdf>. Acesso em: 9 nov. 2018.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Artigo: Transformações: concepções de estudantes sobre reações químicas.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MIRANDA, Luciana Campos. **Química Nova na Escola**, 1995. Disponível em: <http://livro.pro/7wopbz>. Acesso em: 9 nov. 2018.

As **ligações metálicas**, como o nome sugere, ocorrem entre elementos químicos do grupo dos metais. Nos átomos da maioria dos metais, a atração entre o núcleo e os elétrons mais distantes dele é fraca; com isso, esses átomos podem transferir elétrons facilmente, tornando-se cátions. Em uma substância metálica, esses elétrons livres formam uma "nuvem eletrônica", que é responsável por manter os cátions fortemente aderidos entre si.

Essa abundância de elétrons livres nos metais está relacionada a diversas características deles, como o fato de serem bons condutores de calor e de eletricidade.



AS CORES NÃO SÃO REAIS. IMAGENS FORA DE PROPORÇÃO.

Representação simplificada da estrutura de uma barra de sódio. Note que cada átomo cede um elétron, tornando-se um cátion. O movimento livre dos elétrons é responsável por diversas propriedades dos metais.

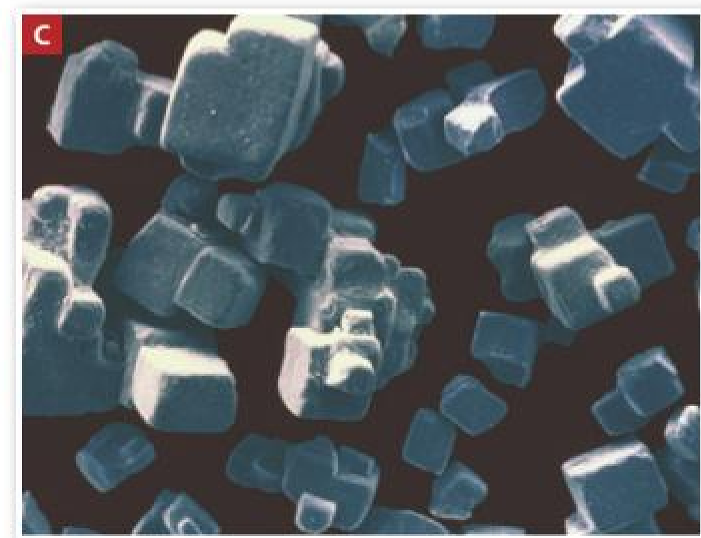
LUIS MOURA



A — SCIENCE PHOTO LIBRARY / FOTOARENA



B — TURTLE ROCK SCIENTIFIC/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA



C — DEE BREGER/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA

(**A**) Átomos de sódio podem realizar ligações metálicas entre si, originando uma substância simples sólida em condições ambientes. (**B**) Átomos de cloro podem realizar ligações covalentes entre si, formando gás cloro, uma substância simples gasosa, amarela e tóxica. (**C**) O cloreto de sódio, formado pela ligação iônica entre um cátion sódio e um ânion cloro, tem características completamente diferentes das substâncias anteriores. Ele é o principal componente do sal de cozinha. Microscopia eletrônica; colorida artificialmente. Ampliação de 250 vezes.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Ao abordar as ligações químicas, explorar os exemplos fornecidos no final da página para ilustrar que ligações diferentes conferem características diferentes às substâncias formadas. Pedir aos estudantes que analisem as fotografias das três substâncias e tentem identificar nelas as características mencionadas para os três tipos de ligação química envolvidos: ligação metálica, ligação covalente e ligação iônica.

Em seguida, pedir que os estudantes elenquem outras substâncias que conhecem e tentem deduzir o tipo de ligação química em cada uma delas, com base na análise das propriedades de cada substância. Avaliar as respostas e verificar se os alunos relacionam corretamente os tipos de ligação química às propriedades das substâncias formadas.

Os tipos de ligação química apresentados aqui são modelos propostos para explicar a ligação entre átomos. Elas se baseiam na regra do octeto, segundo a qual os átomos se combinam para formar substâncias atingindo a estabilidade quando adquirem configuração eletrônica igual a de um gás nobre. A explicação atualmente aceita para as ligações químicas envolve um conceito chamado eletronegatividade, uma propriedade periódica dos elementos que corresponde à capacidade de um átomo de atrair os elétrons envolvidos em uma ligação química. O estudo dessa propriedade rendeu um prêmio Nobel da Química para o químico estadunidense Linus Pauling (1901-1994).

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Reações químicas

Retomar o que foi estudado sobre mudanças de estado físico no nível submicroscópico e pedir aos estudantes que comparem este processo com as reações químicas, com base na representação da formação de dióxido de carbono a partir de um átomo de carbono e uma molécula de gás oxigênio. Avaliar as respostas apresentadas para verificar se eles associam as transformações químicas a rearranjos dos átomos que compõem os reagentes. Os artigos listados abaixo abordam questões referentes à construção dos conceitos de reações químicas e podem ser consultados para um aprofundamento no assunto.

Um exemplo similar pode ser apresentado utilizando a formação da molécula de água como exemplo. Nesse caso, duas moléculas de gás hidrogênio (H_2) reagem com uma molécula de gás oxigênio (O_2), originando duas moléculas de água (H_2O). Para verificar se os estudantes compreenderam o exemplo da formação do gás carbônico, apresentar a equação da formação da água, descrita acima, e pedir aos alunos que desenhem as moléculas de reagentes e de produto. Para aprofundar essa abordagem, solicitar aos estudantes que desenhem o arranjo dos átomos de reagente e produtos da equação de decomposição do carbonato de cálcio, apresentada ao fim da página.

Reações químicas

As reações químicas levam à formação de uma ou mais substâncias a partir de outra(s). As substâncias formadas são chamadas **produtos**, enquanto as substâncias que as formaram são os **reagentes**. As reações químicas podem ser representadas por meio de **equações químicas**, como no exemplo seguinte:



$$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2\ (g)$$

Nas equações químicas, uma seta aponta dos reagentes para os produtos, indicando o sentido da reação. A equação acima representa a formação de dióxido de carbono (CO_2) a partir de carbono (C) e gás oxigênio (O_2). Note que há letras entre parênteses acompanhando cada uma das substâncias; elas indicam se a substância se encontra no estado sólido (s), líquido (l) ou gasoso (g), ou se está em solução aquosa (aq).

Em todas as reações químicas, os átomos dos reagentes se rearranjam. A reação acima, por exemplo, pode ser representada pelo modelo de partículas da seguinte maneira:



A reação química entre carbono e gás oxigênio forma dióxido de carbono.

Note que a ligação entre os átomos de oxigênio foi desfeita e, em seguida, eles se ligaram ao átomo de carbono, formando o dióxido de carbono. Neste exemplo, todas as ligações químicas são covalentes.

As reações químicas podem ser classificadas de acordo com diferentes critérios. Vamos analisar dois tipos: a síntese e a decomposição.

Nas reações de **síntese** (ou adição), um produto é formado pela reação entre dois ou mais reagentes. A formação do gás carbônico, apresentada anteriormente, é um exemplo de reação de síntese.

Nas reações de **decomposição** (ou análise), um reagente dá origem a dois ou mais produtos. Um exemplo é a decomposição do carbonato de cálcio, que origina óxido de cálcio e gás carbônico, segundo a equação a seguir. Esse processo é bastante utilizado na indústria para obtenção de óxido de cálcio, também conhecido como cal viva, que é empregada na construção civil.



$$CaCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} CaO(s) + CO_2(g)$$

O triângulo sobre a seta de reação é o símbolo químico para aquecimento.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

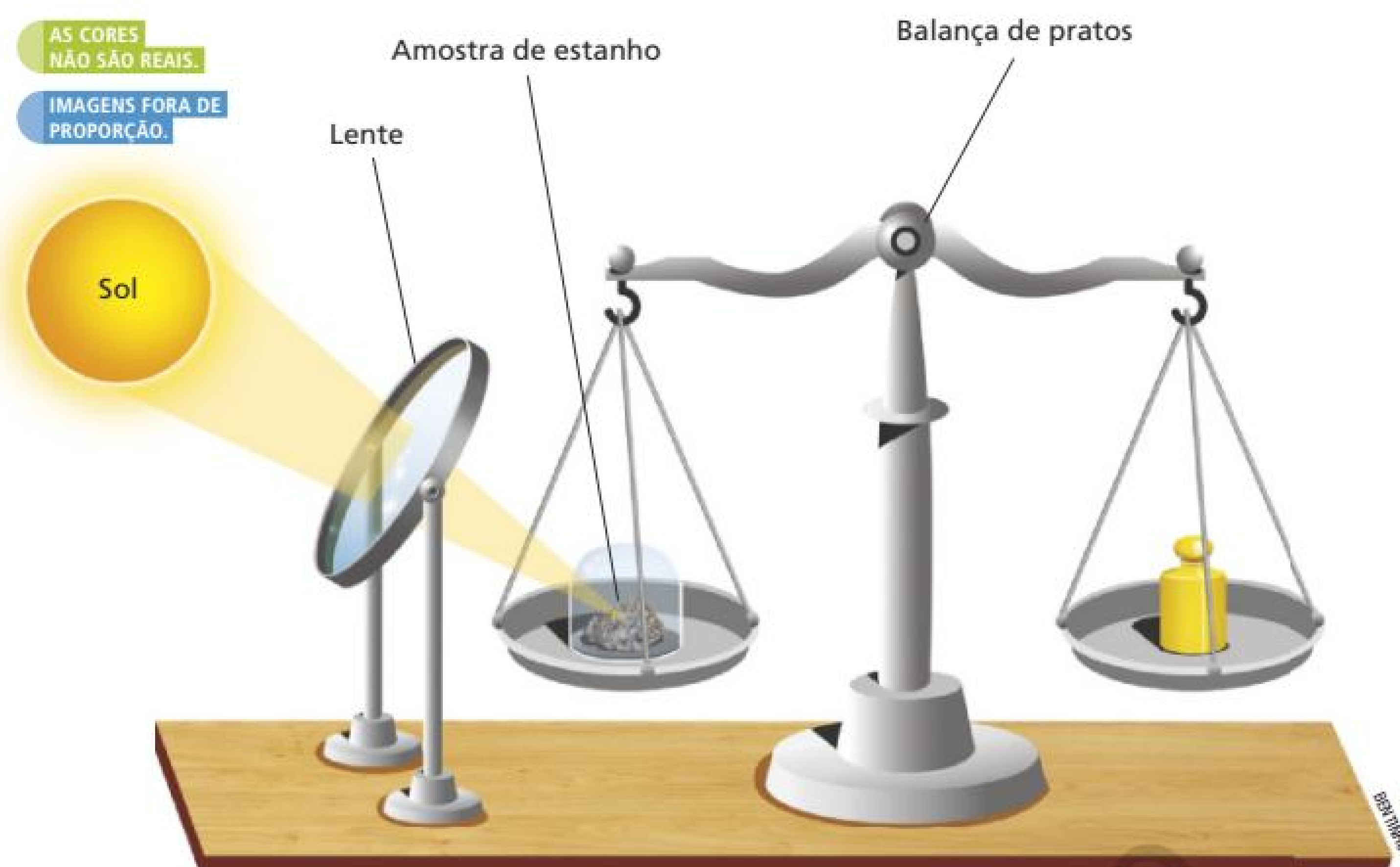
PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Artigo: Reações químicas - fenômeno, transformação e representação. LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. **Química Nova na Escola**, 1995. Disponível em: <http://livro.pro/uz6nfr>. Acesso em 09 nov. 2018.
- Artigo: Sobre a importância do conceito transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. ROSA, Maria Inês de Freitas Petrucci; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Química Nova na Escola**, 1998. Disponível em: <http://livro.pro/cn6wnu>. Acesso em: 9 nov. 2018.
- Artigo: A química no ensino de ciências. ZANON, Lenir Basso; PALHARINI, Eliane Mai. **Química Nova na Escola**, 1995. Disponível em: <http://livro.pro/ezo27u>. Acesso em: 9 nov. 2018.

Lei de conservação da massa

Ao longo de seus estudos sobre os elementos químicos e as transformações da matéria, o químico francês Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794) deu várias contribuições importantes para esse ramo da Ciência.

Um dos experimentos que Lavoisier realizou consistia em colocar estanho em pó em um frasco de vidro totalmente vedado. A massa desse recipiente era medida e, em seguida, Lavoisier utilizava uma lente para concentrar os raios solares sobre o estanho no interior do frasco. Com isso, o estanho reagia com o gás oxigênio do ar no frasco, produzindo óxido de estanho. Ao medir a massa do frasco novamente, Lavoisier observou que ela não se alterou.



Representação simplificada da montagem experimental feita por Lavoisier.

Como algumas reações têm gases atmosféricos entre os reagentes, ou produzem gases que se dispersam, a soma das massas dos reagentes nem sempre coincidia com a soma das massas dos produtos. O experimento elaborado e realizado por Lavoisier resolvia esse problema, pois tanto os reagentes quanto os produtos estavam confinados no frasco.

Com base nesse e em outros experimentos, Lavoisier estabeleceu um princípio que ficou conhecido como **lei de conservação da massa**, ou lei de Lavoisier. Segundo essa lei, a soma das massas dos reagentes é sempre igual à soma das massas dos produtos. Uma versão simples e menos rigorosa dessa lei é conhecida como "Na natureza nada se cria, nada se perde; tudo se transforma".

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Lei de conservação da massa

O estudo das leis de conservação de massa e de proporções constantes é necessário para o desenvolvimento da **habilidade EF09CI02**.

A lei da conservação de massa pode ser um conceito contraintuitivo para muitas pessoas. Por ser uma ideia central para a Química, é importante certificar-se de que os estudantes tenham compreendido seu significado.

Analisar a ilustração com os estudantes e pedir que relatem o que entendem do experimento. Essa representação simplificada do experimento de Lavoisier mostra uma balança de pratos equilibrada, com um peso em um dos pratos e um recipiente de vidro fechado contendo uma amostra de estanho. O fato de o frasco ser completamente vedado é importante, pois impede a entrada e a saída de matéria. Nessa montagem experimental, qualquer perda ou acréscimo de massa na amostra de estanho alteraria o equilíbrio da balança. Porém, ao submeter essa amostra a aquecimento – empregando uma lente de aumento para concentrar os raios solares, o equilíbrio da balança se mantém, mesmo com a formação do óxido de estanho. Comentar que essa conclusão, de que a soma da massa dos produtos é sempre igual à soma da massa dos reagentes, pode ser extrapolada para qualquer outra transformação química.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Lei das proporções definidas

Ao analisar a tabela, uma constatação possível é a de que a lei de conservação das massas é respeitada em todos os casos, isto é, a massa de sulfeto ferroso produzida é sempre igual à soma das massas de ferro e enxofre. Verificar se os alunos compreenderam esse raciocínio questionando se a lei de conservação de massa é respeitada nos exemplos apresentados.

Feito isso, pedir aos estudantes que expliquem com suas próprias palavras a lei das proporções constantes e avaliar se a compreenderam corretamente. No exemplo apresentado, deve ficar claro que a proporção entre os reagentes é sempre mantida, e que, nessa reação, eles são consumidos completamente, dando origem ao sulfeto ferroso. As **Atividades 4** e **6** da página 114 podem ser empregadas para avaliar a compreensão dos estudantes quanto às leis de conservação de massa e de proporções constantes.

Lei das proporções definidas



Retrato de Joseph-Louis Proust.

O químico francês Joseph-Louis Proust (1754-1826), ao estudar diferentes reações químicas de síntese e de decomposição, notou que a proporção entre as massas das substâncias que participam de uma reação química é sempre constante. Esse princípio ficou conhecido como **lei das proporções definidas** ou lei de Proust. Para compreendê-la melhor, vamos analisar alguns exemplos.

Considere que o ferro (Fe) e o enxofre (S) reagem entre si, sendo totalmente transformados em sulfeto ferroso (FeS). Analise a equação e a tabela a seguir.



$$Fe(s) + S(s) \xrightarrow{\Delta} FeS(s)$$

Massas de reagentes e produto em diferentes experimentos hipotéticos.

Experimento	Massa de ferro	Massa de enxofre	Massa de sulfeto ferroso
I	7 g	4 g	11 g
II	56 g	32 g	88 g
III	112 g	64 g	176 g
IV	280 g	160 g	440 g

Comparando os dados nos quatro experimentos, podemos concluir que as massas dos reagentes e do produto sempre seguem a mesma proporção. Vamos analisar, como exemplo, a proporção entre os reagentes nos quatro experimentos:

$$\frac{\text{massa de ferro}}{\text{massa de enxofre}} = \frac{7\ g}{4\ g} = \frac{56\ g}{32\ g} = \frac{112\ g}{64\ g} = \frac{280\ g}{160\ g} = 1{,}75$$

Isso significa que, considerando a transformação completa dos reagentes, a massa de enxofre necessária para a reação é 1,75 vezes maior que a massa de ferro. Se dobrarmos a quantidade de um dos reagentes, o outro também deverá ter sua quantidade dobrada para que possam reagir totalmente. Proust chegou a essa conclusão após analisar inúmeros experimentos em condições controladas.

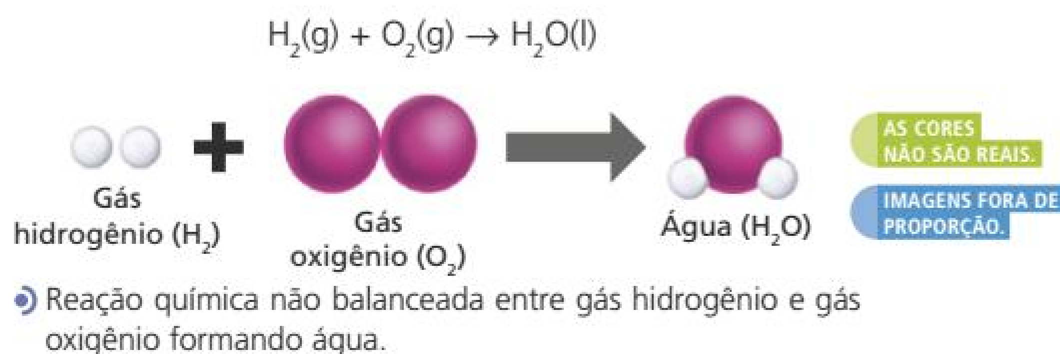
DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Balanceamento de equações químicas

Tanto a lei de conservação da massa quanto a lei das proporções definidas têm relação com o fato de que, nas reações químicas, os átomos não se alteram. A formação e a decomposição de substâncias envolvem o rearranjo dos átomos, mas os que formam os reagentes são os mesmos que formam os produtos.

Tendo isso em mente, analise a equação química a seguir, que representa a formação de água (H_2O) a partir de gás oxigênio (O_2) e gás hidrogênio (H_2):

$$H_2(g) + O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$$



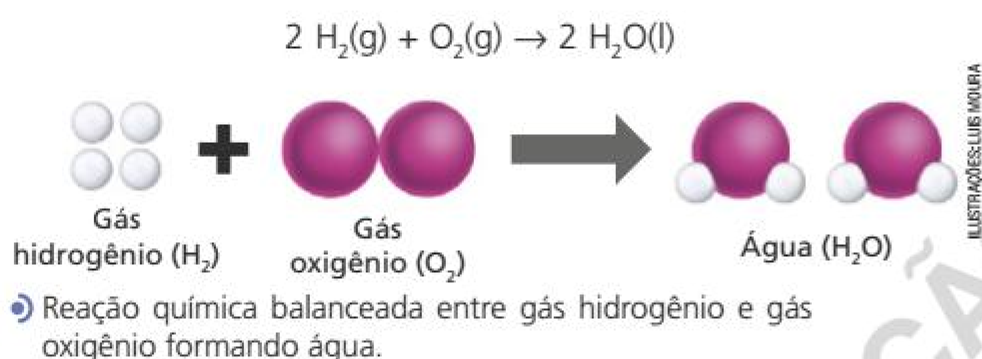
Reação química não balanceada entre gás hidrogênio e gás oxigênio formando água.

Note que, do lado dos reagentes, temos dois átomos de hidrogênio e dois átomos de oxigênio. No lado do produto, há dois átomos de hidrogênio, mas apenas um de oxigênio.

Para que o número de átomos dos reagentes e dos produtos seja igual, a equação deve ser **balanceada**. Isso é feito pela determinação dos **coeficientes estequiométricos** de reagentes e produtos. Esses coeficientes são números colocados em frente às fórmulas moleculares das substâncias que participam da reação.

Para balancear a equação acima, devemos acrescentar o coeficiente 2 em frente às fórmulas do gás hidrogênio e da água:

$$2\ H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2\ H_2O(l)$$



Reação química balanceada entre gás hidrogênio e gás oxigênio formando água.

Note que, com isso, as quantidades de átomos dos reagentes são iguais às dos produtos (quatro átomos de hidrogênio e dois de oxigênio).

O balanceamento de equações químicas permite conhecer exatamente as proporções entre reagentes de uma reação. Com isso, é possível determinar as massas de reagentes necessárias para se obter a quantidade desejada de produto(s). Isso é extremamente importante para a atividade científica e para diversas outras situações. Na indústria, por exemplo, esse conhecimento permite determinar as quantidades corretas de matéria-prima, evitando o desperdício.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Balanceamento de equações químicas

O balanceamento de reações químicas exige raciocínio matemático e lógico. Para este nível de ensino, nos preocupamos em apresentar os fundamentos do balanceamento de reações e apresentar exemplos mais simples, para que os alunos consigam relacionar esse conceito às leis de conservação de massa e de proporções constantes, apresentadas anteriormente.

Verifique se os estudantes compreendem que o coeficiente estequiométrico corresponde a uma multiplicação do número de moléculas do reagente ou do produto associado a ele. Esclarecer que o coeficiente é usado apenas para balancear equações, e não tem relação com a estrutura das moléculas, como é o caso dos índices numéricos subscritos à direita dos símbolos dos elementos químicos.

Para praticar o balanceamento de equações com a turma, empregar a **Atividade 5** da página 114. Ela pode ser resolvida coletivamente: desenhar na lousa os átomos que compõem os reagentes e os produtos das equações listadas na atividade e solicitar aos estudantes que proponham maneiras de balanceá-las, representando as moléculas na equação balanceada.

ATIVIDADES

NÃO ESCREVA NO LIVRO.

1. Em duplas, pesquisem a fórmula química de cada uma das substâncias a seguir. Pesquisem também alguma reação química da qual ela participa, como reagente ou produto, e anotem a equação respectiva.

a) Sacarose.
b) Etanol.
c) Ácido sulfúrico.
d) Ozônio.

2. Alumínio, cobre e ouro são substâncias muito utilizadas para a produção de fios e cabos condutores de eletricidade. Em duplas, pesquisem em livros ou na internet:

- O que explica o fato de essas substâncias serem boas condutoras de eletricidade?
- A capacidade de conduzir corrente é igual nessas três substâncias?
- Para que finalidades os fios e cabos produzidos com esses materiais são utilizados?
- Anotem as informações obtidas no caderno.

3. Considere um alimento embalado hermeticamente, isto é, em uma embalagem que não permite nem a entrada nem a saída de matéria. Suponha que esse alimento tenha sido esquecido no armário e tenha apodrecido. A massa total do conteúdo da embalagem deve aumentar, diminuir ou se manter igual? Explique sua resposta.

4. Suponha que o gás hidrogênio (H_2) reaja completamente com o gás cloro ($C\ell_2$) formando ácido clorídrico ($HC\ell$), segundo a equação:



$$H_2(g) + C\ell_2(g) \rightarrow 2HC\ell\ (aq)$$

a) A equação acima está balanceada? Explique sua resposta.

b) Suponha que essa reação tenha sido realizada com 2 g de H_2 e 70 g de $C\ell_2$. Sabendo que os reagentes foram completamente consumidos na reação, qual é a quantidade de ácido clorídrico formada?

c) Para produzir 500 g de ácido clorídrico, qual é a quantidade necessária de cada reagente?

5. Corrija os quocientes estequiométricos das seguintes reações e desenhe-as segundo o modelo de partículas.

a) $Mg^{2+}(aq) + C\ell^{-}(aq) \rightarrow MgC\ell_2(s)$

b) $N_2(g) + H_2(g) \rightarrow NH_3(g)$

c) $HgO(s) \rightarrow Hg(l) + O_2(g)$

6. O hidróxido de cálcio, também conhecido como cal hidratada ou cal apagada, é uma substância utilizada em diversas aplicações, como pintura de residências, preparação de argamassa, tratamento de peles e couro, entre outras. Ele pode ser obtido a partir de óxido de cálcio e água, segundo a reação:



$$CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(s)$$

Sabendo que 56 g de CaO reagem completamente com 18 g de H_2O, calcule:

a) A quantidade de cada reagente para produzir 2 kg de hidróxido de cálcio.

b) A quantidade de água necessária para reagir completamente com 500 g de óxido de cálcio.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ATIVIDADES

1. Os alunos podem apresentar diversos exemplos diferentes de reação; orientá-los para que anotem a fonte de onde retiraram as informações para que as afirmações possam ser verificadas, se necessário. As fórmulas químicas das substâncias são as seguintes:

a) Sacarose: $C_{12}H_{22}O_{11}$. **b)** Etanol: C_2H_5OH. **c)** Ácido sulfúrico: H_2SO_4. **d)** Ozônio: O_3.

2. Ouro, prata, cobre e alumínio são, nessa sequência, os metais com melhor condutividade elétrica. Essa característica é explicada pelo modelo de nuvem eletrônica, segundo o qual os elétrons de valência dos átomos têm uma atração fraca com o núcleo, podendo circular com bastante liberdade pelo material. Cabos de alumínio são cerca de três vezes menos densos que os de cobre e, devido a isso, via de regra são empregados nas fiações aéreas, sustentadas por postes. O cobre tem boa resistência mecânica e condutividade maior que a do alumínio, permitindo o uso de cabos mais finos. É utilizado em instalações residenciais e em muitas outras situações. Conexões banhadas a ouro são comuns em algumas aplicações específicas, como em equipamentos de áudio profissionais e computadores.

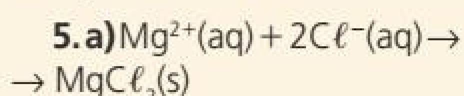
3. A massa da embalagem deve permanecer igual, independentemente das reações que ocorrerem ao longo do apodrecimento do alimento, de acordo com a lei de conservação da massa.

4. a) Sim, pois a quantidade de átomos de cada tipo é igual nos dois lados da equação. **b)** Como eles reagem completamente, a quantidade formada corresponde à soma das massas dos reagentes, 72 g, de acordo com a lei de conservação da massa. **c)** O resultado pode ser calculado por regra de três. Sendo *x* a quantidade necessária de H_2 e *y* a quantidade de $C\ell_2$, temos:

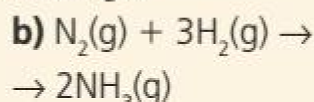
$$\frac{2g}{x} = \frac{70g}{y} = \frac{72g}{500g} \rightarrow$$

$\rightarrow x = 13,88$ g; $y = 486,11$ g

Serão necessários 13,88 g de H_2 e 486,11 g de $C\ell^{2-}$.



5. a) $Mg^{2+}(aq) + 2C\ell^{-}(aq) \rightarrow$
$\rightarrow MgC\ell_2(s)$



b) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow$
$\rightarrow 2NH_3(g)$



c) $2HgO(s) \rightarrow 2Hg(\ell) + O_2(g)$

6. a) De acordo com a lei das proporções definidas, os alunos podem aplicar regra de 3 para responder às questões.

$$\frac{2000\ g}{74\ g} = \frac{\text{massa de CaO}}{56\ g} = \frac{\text{massa de } H_2O}{18\ g} \rightarrow$$

$\rightarrow$ massa de CaO = 1513,5 g; massa de H_2O = 486,5 g

b)

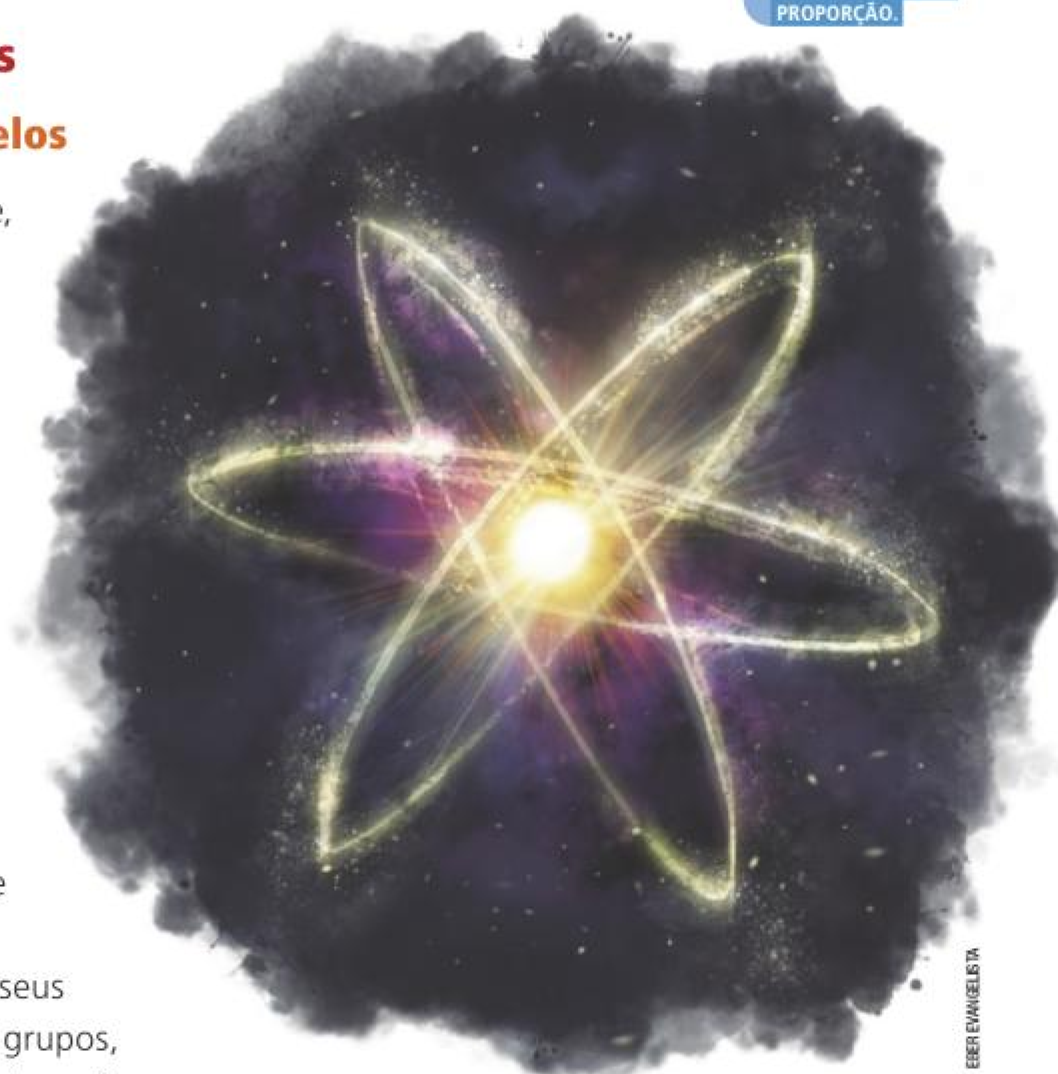
$$\frac{500\ g}{\text{massa de água}} = \frac{56\ g}{18\ g} \rightarrow$$

$\rightarrow$ massa de água = 160,7 g

MERGULHO NO TEMA

1. Modelos atômicos

Construção de modelos



Concepção artística de um átomo.

Como vimos nesta Unidade, diversos cientistas propuseram modelos atômicos diferentes ao longo da história. Cada um desses modelos tem sua importância na história dos estudos sobre os átomos e a matéria. Conforme novas evidências surgem, os modelos existentes são alterados ou superados por outros. Esse processo é contínuo e inerente à Ciência; daqui a alguns anos, o modelo de átomo aceito hoje pode ser considerado obsoleto.

Nesta atividade, você e seus colegas devem se reunir em grupos, de acordo com as orientações do professor. Cada grupo ficará responsável por um dos seguintes modelos atômicos:

- Dalton;
- Thomson;
- Rutherford;
- Rutherford-Bohr.

O grupo deverá construir uma representação tridimensional do modelo atômico. Conversem entre si para decidir que materiais podem ser usados para isso, dando preferência a materiais reaproveitados, se possível.

Cada grupo deverá também pesquisar as principais características do modelo e a história sobre sua criação: como o autor chegou à ideia, que experimentos realizou, como outros pesquisadores colaboraram etc.

Essas informações, bem como o modelo construído, devem ser apresentadas para os outros grupos no dia combinado com o professor.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

MODELOS ATÔMICOS

Ao propor a análise comparativa dos diferentes modelos atômicos propostos, reconhecendo sua evolução histórica, esta atividade favorece o trabalho com a **habilidade EF09CI03**.

O átomo é um dos conceitos mais importantes para a Química, e seu estudo deve ser enriquecido com abordagens diferentes para sofisticar a compreensão dos estudantes acerca dele. O estudo fundamentado apenas na análise de imagens bidimensionais aliadas ao texto pode contribuir para sedimentar noções alternativas e equivocadas em relação aos modelos atômicos; dessa forma, a construção de modelos tridimensionais representa uma ferramenta interessante para superar tais obstáculos.

Realizar a etapa de construção dos modelos em sala de aula, buscando promover um ambiente lúdico. A ludicidade pode ser empregada como uma estratégia didática eficaz, pois se relaciona com os pressupostos da aprendizagem significativa, favorecendo a imaginação e estimulando uma predisposição para aprender. Ao ser aplicada a atividades em grupo, ela também favorece o desenvolvimento das habilidades de comunicação e de resolução de conflitos. O artigo sugerido a seguir traz reflexões embasadas na bibliografia sobre o assunto e apresenta uma proposta de atividade similar a esta, de construção de modelos atômicos. Sua leitura contribui com o desenvolvimento desta prática e com o aprofundamento neste tema.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Artigo: A presença do lúdico no ensino dos modelos atômicos e sua contribuição no processo de ensino aprendizagem. SOARES, Emerson de Lima et al. **Góndola: Enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, 2017. Disponível em: <http://livro.pro/xeat8m>. Acesso em: 9 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ORIGENS DA QUÍMICA

O texto apresentado aqui reforça a noção desenvolvida desde o início da Unidade de que o conhecimento sobre a constituição da matéria mudou muito ao longo do tempo, desde as concepções puramente filosóficas até os modelos científicos baseados em experimentos cada vez mais sofisticados, que revelam propriedades das partículas subatômicas.

Os trechos selecionados do artigo focam nos aspectos da história da Química que se relacionam à alquimia e a outros saberes. Se desejar aprofundar o estudo desse tópico, sugerimos fornecer para os estudantes o texto completo do artigo, que abrange vários dos conceitos que foram estudados na Unidade. O *link* de acesso encontra-se disponível na seção **Para saber mais: aluno**, logo abaixo. Já os *links* listados na página ao lado, podem ser sugeridos como ponto de partida para a pesquisa proposta na **atividade 4.**

Orientar os estudantes para que anotem as palavras que desconhecem e busquem seu significado no dicionário. Adotar esse hábito é uma maneira eficaz de ampliar o repertório dos estudantes e, consequentemente, desenvolver suas habilidades de comunicação verbal e sofisticar sua interpretação do mundo.

2. Origens da Química

Leitura e interpretação

Não é possível referir algo sobre o surgimento da química sem fazer uma breve referência às múltiplas **tessituras** da história da construção do conhecimento e a seus diversificados encadeamentos. A própria história da ciência não pode ser adequadamente observada sem se considerar, mesmo que panoramicamente, a história da filosofia, da educação, das religiões, das artes, das magias, e mesmo todas estas histórias na "história dos que não têm história" [...]

As origens da alquimia – e da própria química – perdem-se em tempos de que não temos registros, pois não podemos assumir como certidão de nascimento dessa ciência a publicação do *Traité elémentaire de chemie*, por Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794), em 1789, mesmo que com esse tratado a química tenha passado a ser considerada uma das ciências e que Lavoisier seja por muitos considerado o fundador da química. Mesmo se recuarmos mais um século, não podemos decretar o início da química a partir do epitáfio dado pelos ingleses a Robert Boyle (1627-1691): "o Pai da Química". A busca de um ponto de partida para o conhecimento mostra-se uma investigação problemática e complexa – e provavelmente indefinida.

[...]

Assim, se fizermos recuar a história às origens do conhecimento químico, vamos encontrar em tempos imemoriais, nas mais diferentes civilizações, um grande número de tecnologias químicas, como as relacionadas com a alimentação (cocção, conservação com sal, produção de vinagre, vinho e cerveja); com a extração, produção e tratamento de metais; com a produção de esmalte e corantes; com o fabrico de utensílios de cerâmica, vidro, porcelana e metal; com a produção de pomadas, óleos aromáticos e venenos; com técnicas de mumificação; com a produção de materiais de construção como argamassa, tijolos, ladrilhos etc.

Na acumulação de conhecimentos por alguns líderes tribais — geralmente pessoas ligadas também às práticas do culto —, era particularmente significativo o aproveitamento de recursos naturais (especialmente chás vegetais) para a cura de doenças. Valia então a metáfora que podemos usar hoje ao nos referirmos a nossos índios: "quando morre um pajé, é como uma enciclopédia que se queima".



O uróboro, uma serpente que devora a própria cauda, foi um símbolo usado pelos alquimistas para representar eternidade e unicidade entre tudo o que existe.

Tessitura: maneira de contextualizar, de relacionar as partes de um todo entre si.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

PARA SABER MAIS: ALUNO

- Artigo: Alquimiando a Química. CHASSOT, Attico I. **Química Nova na Escola**, 1995. Disponível em: <http://livro.pro/sbf4y8>. Acesso em: 9 nov. 2018.


MUSEUM MAURITSHUIS, HOLANDA.

Pintura **Um alquimista em seu laboratório**, de David Teniers, o Jovem. Muitos dos equipamentos e das técnicas dos alquimistas foram incorporados à Química.

[...] A alquimia, segundo algumas concepções, não pode ser considerada a origem da química, pois restringia-se mais a concepções filosóficas da vida. Na analogia da purificação dos metais, buscava-se uma maneira de viver, a purificação interior. Assim como permanecem dúvidas sobre o que de fato era (ou é) a alquimia, não parece possível definir quando se transformou na química — considerando-se as acepções mais usuais de uma e de outra. Muitos afirmam até que a química teria exterminado a alquimia ao tentar explicar algumas de suas práticas, tirando-lhe assim o caráter místico.

[...]

CHASSOT, A. I. Alquimiando a Química. **Química Nova na Escola**. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc01/historia.pdf>. Acesso em: 27 set. 2018.

REFLEXÕES

1. Segundo o texto, é possível determinar o momento exato em que a Química foi criada? Explique sua resposta.
2. O desenvolvimento da Ciência pode sofrer influência de outras formas de conhecimento, como a filosofia e a religião? Explique sua resposta.
3. Em duplas, pesquisem em livros ou na internet o que foi a alquimia. Procurem saber em que período e em que lugares ela era praticada, e quais eram suas principais características.
4. Uma ideia central para os alquimistas era a da transmutação. De maneira simplificada, é a noção de que um elemento químico poderia se transformar em outro. Muitos alquimistas desejavam desenvolver uma forma de transformar qualquer metal em ouro.

   Em duplas, pesquisem em livros ou na internet a noção de transmutação. Procurem responder às seguintes questões:
   - O que seria necessário, teoricamente, para que um elemento químico se "transmutasse" em outro?
   - O que os alquimistas chamavam de pedra filosofal? Essa expressão é utilizada hoje em dia com o mesmo significado?
   - Segundo a Química moderna, a transmutação é possível?

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

REFLEXÕES

1. Não. O acúmulo de conhecimento químico ocorre há muito tempo e, embora alguns eventos tenham tido impactos mais determinantes, o surgimento da química como ciência foi um processo gradual.

2. Sim. O próprio surgimento da Ciência se deu a partir da filosofia, e incorporou conhecimentos sobre a natureza oriundos de religiões e mitologias. O texto apresenta exemplos da influência da alquimia, uma forma de misticismo, no surgimento da Química.

3. A alquimia teve origem no Egito Antigo e foi uma prática que combinava elementos místicos a conhecimentos da Química e da Física. Seu auge ocorreu na Europa entre os séculos XIV e XVI. Mais informações podem ser obtidas nas fontes sugeridas a seguir.

4. Para um elemento químico se "transmutar" em outro, o núcleo dele deve ganhar ou perder prótons. Para os alquimistas, a pedra filosofal era um objeto ou uma substância capaz de "transmutar" qualquer metal em ouro. Lendas diferentes atribuem ainda outros poderes à pedra filosofal; atualmente, essa expressão é usada no sentido figurativo para designar algo valioso ou impossível de se encontrar ou realizar. Hoje sabemos que é possível o átomo de um elemento químico se transformar em outro, pelo decaimento radioativo ou por fusão termonuclear, por exemplo. Para mais subsídios para esta atividade, consultar as referências abaixo.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Texto: **Hoje é possível transformar chumbo em ouro?** LQES: LABORATÓRIO DE QUÍMICA DO ESTADO SÓLIDO. Disponível em: <http://livro.pro/cm8xr7>. Acesso em: 9 nov. 2018.
- Matéria: A receita da pedra filosofal. DIGUÊ, Patrícia. **Isto é**, 2016. Disponível em: <http://livro.pro/qbr787>. Acesso em: 9 nov. 2018.
- Texto: **História da Alquimia**. HISTORIA DO MUNDO. Disponível em: <http://livro.pro/u5c73z>. Acesso em: 9 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

PRESSÃO E MUDANÇA DE ESTADO FÍSICO

Esta atividade propõe uma investigação das mudanças de estado físico da água e solicita aos estudantes que expliquem os fenômenos observados com base no modelo de constituição submicroscópica da matéria. Em função disso, pode ser empregada para o desenvolvimento da **habilidade EF09CI01**.

Iniciar a atividade explorando a imagem com os estudantes. Perguntar quantos deles conhecem a patinação artística e quantos já tiveram a oportunidade de patinar sobre o gelo. Comentar que existem diversos outros esportes praticados com patins no gelo, como hóquei e patinação de velocidade. Este último é considerado um dos esportes mais velozes do mundo, considerando apenas aqueles com propulsão humana; os atletas são capazes de ultrapassar 60 km/h empregando patins especiais.

Comentar esse fato com a turma e questionar por que eles acham que isso ocorre. Ouvir as respostas e encaminhar a conversa para esclarecer que o gelo é uma superfície muito lisa, onde o atrito é mínimo, o que contribui para que seja possível atingir velocidades tão altas. Por muito tempo, acreditou-se que a liquefação do gelo sob as lâminas fosse a única explicação para o fenômeno, mas experimentos recentes apresentam outra explicação, como informado na legenda da imagem. Para explorar esse tema, consultar o vídeo sugerido a seguir, que pode também ser projetado para a turma.

Convém observar que esta atividade exige planejamento prévio, tanto para obtenção dos materiais quanto para produção do bloco de gelo. Para amarrar o cabo de aço às garrafas, recomenda-se empregar um alicate de bico fino.

3. Pressão e mudança de estado físico

Experimento

Vimos que o estado físico em que uma substância se encontra depende da pressão e da temperatura às quais ela está submetida. Para a maioria das substâncias, conforme a pressão aumenta, sua temperatura de fusão se eleva. A água, porém, é uma das exceções; sua temperatura de fusão diminui conforme a pressão aumenta. Sabendo disso, converse com a turma sobre a seguinte pergunta:

- É possível derreter o gelo apenas aumentando a pressão sobre ele, sem subir a temperatura? Anotem suas hipóteses no caderno. Vamos realizar um experimento para investigar essa questão.

Material

- 1 pote vazio de sorvete de 2 L
- 1 tábua de madeira com aproximadamente 15 cm × 50 cm
- 1 cabo fino de aço (sugestão: corda de guitarra)
- 2 garrafas PET de 2 L
- 1 bacia


DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Apresentação de patinação artística no gelo. Por muito tempo, acreditou-se que as lâminas dos patins exercessem uma pressão tão intensa sobre o gelo que ele derretia momentaneamente, permitindo que os patinadores deslizassem. Estudos recentes, porém, mostraram que o deslizamento dos patins se deve principalmente a uma camada microscópica de água no estado líquido que se forma sobre a superfície congelada.

LEONARD ZHUKOVSKY/SHUTTERSTOCK.COM

PARA SABER MAIS: ALUNO

- Vídeo**: O gelo que se regenera (experiência)**. Produzido por: Manual do Mundo. Brasil, 2013. Disponível em: <http://livro.pro/rnu4i2>. Acesso em: 9 nov. 2018.

• Procedimento

Reúnam-se em grupos de acordo com as instruções do professor.

1. Despejem água no pote de sorvete, preenchendo até cerca de 2 cm da borda. Coloquem no congelador e deixem de um dia para o outro para que a água congele por completo.
2. Encham as garrafas com água e amarrem cada uma em uma ponta do cabo de aço.
3. Apoiem a tábua em duas carteiras e desenformem o gelo no centro dela. Coloquem a bacia abaixo do gelo, para evitar molhar o chão.
4. Estiquem o cabo sobre o bloco de gelo de modo que as garrafas fiquem penduradas. Observem atentamente por alguns minutos.



Exemplo de montagem finalizada do experimento.

REFLEXÕES

1. Com essa montagem, o cabo de aço exerce uma pressão muito intensa sobre o gelo abaixo dele. De acordo com a sua hipótese inicial, esse gelo pode derreter?
2. Depois de observar a montagem por algum tempo, respondam:
   a) O resultado observado está de acordo com sua hipótese inicial? Explique sua resposta.
   b) Como vocês explicam o resultado observado?
3. Ao longo do tempo, o bloco de gelo recebe calor do ambiente e derrete aos poucos. Explique o que acontece com a movimentação das moléculas de água nesse processo.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

REFLEXÕES

1. Resposta pessoal. Se os alunos responderam que é possível derreter o gelo apenas aumentando a pressão sobre ele, espera-se que afirmem que o gelo abaixo do cabo vai derreter. Se responderam negativamente, o gelo deve permanecer intacto sob o cabo, pois este não eleva a temperatura, apenas a pressão.

2. a) Resposta pessoal. Espera-se que os alunos confrontem o resultado observado com a previsão que haviam feito e identifiquem se ela se confirmou ou não.

a) Espera-se que o gelo sob o cabo derreta, fazendo com que o cabo atravesse lentamente o bloco de gelo. Conforme o cabo passa pelo gelo, a água volta a se solidificar acima dele, fazendo com que o gelo se “regenere”. Chamar a atenção dos alunos para isso, caso não tenham observado espontaneamente. Promover uma conversa coletiva estimulando-os a expor suas explicações para esse fenômeno; encaminhar a discussão de modo que eles possam concluir que, após a passagem do cabo de aço por uma certa região do bloco de gelo, a pressão volta a diminuir, tornando-se igual à pressão atmosférica local. Com isso, como o bloco está a uma temperatura abaixo de 0 °C, a água volta a congelar.

3. Com a água no estado sólido, as moléculas de água vibram menos, sem se deslocar muito. Conforme recebem energia térmica, as moléculas passam a se mover com mais intensidade, e vão se movendo de maneira mais livre umas em relação às outras. No estado líquido, a atração entre as moléculas é mais fraca e elas se movem mais livremente.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ARTE COM QUÍMICA

Esta atividade propõe uma abordagem lúdica ao tema das reações de oxirredução. Ela pode ser empregada para ampliar o repertório dos estudantes quanto à diversidade de tipos de reações químicas ou pode servir de ponto de partida para um estudo aprofundado sobre reações de oxirredução. O caráter lúdico da atividade visa aumentar a predisposição dos estudantes a aprender, ao mesmo tempo que coloca o aluno como protagonista, conferindo-lhe liberdade de criação para produzir sua tela. Ao mesmo tempo, convida-se o estudante a fruir e participar da produção de manifestações artísticas, o que contribui para o desenvolvimento da competência geral 3.

A relação entre Química e Arte pode ser explorada por diversos pontos de vista. Uma possibilidade de expansão desta atividade envolve a pesquisa de óxidos empregados na produção de pigmentos de tintas ao longo da história. Essa abordagem possibilita estabelecer paralelos entre o desenvolvimento do conhecimento de Química e sua apropriação por artistas e pesquisadores que atuaram no desenvolvimento de tintas e pigmentos. Trabalhar em colaboração com a disciplina de Arte certamente enriquecerá a atividade e a tornará mais significativa.

4. Arte com Química

Experimentação artística

A palavra arte tem origem no latim *ars*, que se refere a habilidade, conhecimento técnico. Os artistas geralmente praticam muito uma ou mais técnicas, que usam para se expressar artisticamente. Nesta atividade, vamos conhecer uma técnica que permite criar imagens por meio de reações químicas e produzir um quadro.

As **reações de oxirredução** são um tipo de transformação química em que os átomos de uma das substâncias que servem de reagentes transferem elétrons para a outra substância reagente. Esse tipo de reação é muito comum na natureza e está bastante presente no nosso dia a dia. Um exemplo é a formação de ferrugem que ocorre quando o ferro reage com o gás oxigênio presente no ar. Nesse caso, dizemos que o ferro foi oxidado. A equação a seguir representa a formação de óxido de ferro, um componente da ferrugem:



$$4Fe(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2Fe_2O_3(s)$$

Assim como o ferro, outros metais podem sofrer oxidação, reagindo com o gás oxigênio e formando novas substâncias. Nessa atividade, vamos testar a oxidação de diferentes metais. Para isso, reúnam-se em grupos de acordo com as orientações do professor.



A oxidação pode afetar diversos objetos metálicos. Tintas e outros produtos são usados para tentar prevenir o contato do metal com o gás oxigênio do ar.

REINHARD TIBURZY/SHUTTERSTOCK.COM

A presença da arte no cotidiano das creches e escolas é muito importante. Essa afirmação tem sido bastante reforçada e nos parece inegável. Crianças que estão expostas às diferentes linguagens expressivas em um ambiente enriquecido diariamente pela arte podem ser melhores conhecedoras e apreciadoras das manifestações artísticas. Ampliam suas possibilidades de expressão e representação do mundo através de uma produção mais cultivada.

O contato sistemático com diferentes informações das artes visuais possibilita um olhar interessado, cuidadoso, mais apurado, enriquecendo o repertório na área.

[...]

GOUVEIA, Beatriz. **A importância da arte na educação do olhar**. Disponível em: <https://avisala.org.br/index.php/conteudo-por-edicoes/revista-avisala-01/a-importancia-da-arte-na-educacao-do-olhar/>. Acesso em: 9 nov. 2018.

Material

- tela de pintura de 15 cm × 30 cm, aproximadamente (sem impermeabilizante)
- recipiente plástico do tamanho da tela;
- 80 mL de água
- 20 mL de vinagre
- 1 colher de sopa de sal
- diferentes objetos metálicos (clipes, moedas, palha de aço, pregos, chaves etc.). Procurem utilizar objetos feitos de metais diferentes.

Procedimento

1. Em um copo, misturem a água, o vinagre e o sal e reservem. Essa solução acelera o processo de oxidação.
2. Coloquem a tela dentro do recipiente plástico, voltada para cima.
3. Disponham os objetos de metal sobre a tela da maneira que julgarem mais interessante, evitando que um fique sobre o outro. A imagem será criada de acordo com a posição em que os objetos forem colocados; usem a criatividade nesta etapa.
4. Despejem cuidadosamente a solução de vinagre e sal sobre os objetos metálicos.
5. Deixem a tela em repouso por três dias. Em seguida, retirem os objetos de cima dela e deixem-na em um local para secar.

REFLEXÕES

Com a tela seca, analisem os resultados e respondam às questões.

1. Todos os metais sofreram oxidação? Algum oxidou mais que outro? Como é possível saber isso?
2. Os produtos das reações de oxirredução são sempre iguais? Como é possível saber isso?
3. Pode ser útil conhecer quais metais se oxidam mais e quais se oxidam menos? Expliquem sua resposta.
4. Pesquisem de que metais são feitos os objetos que vocês utilizaram. Em seguida, montem uma tabela relacionando cada metal à cor ou às cores que ele produziu.
5. Escolham um dos metais que vocês testaram e pesquisem um produto que ele forma quando reage com o gás oxigênio. Procurem encontrar a equação química que representa essa transformação e apresentem-na para os outros grupos.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

REFLEXÕES

1. Resposta variável. Alguns metais, como o ferro, sofrem oxidação rapidamente, enquanto outros mal se alteram. Isso pode ser constatado pelas marcas deixadas na tela, que são provocadas pelas substâncias formadas na reação.

2. Metais diferentes reagem com o oxigênio originando produtos diferentes. Isso pode ser constatado pela diferença nas cores que cada objeto produziu.

3. Espera-se que os alunos reconheçam que a resistência de um metal à oxidação o torna adequado para diversas aplicações onde a oxidação não é desejada. Comentar que esquadrias feitas de alumínio, por exemplo, são muito mais resistentes à oxidação que as feitas de ferro. Dessa forma, essas peças exigem menos cuidados e duram mais tempo.

4 e **5.** Respostas variáveis. Orientar os estudantes a realizarem um registro organizado dos objetos, metais e cores correspondentes. A partir dessa tabela, os estudantes podem repetir a atividade já sabendo de antemão as cores que serão produzidas por cada objeto. Essa informação possibilita um controle maior do resultado final, o que possibilita aos estudantes planejar o que pretendem produzir.

5. Acidente radiológico em Goiânia

Pesquisa e exposição

Em setembro de 1987, alguns moradores de Goiânia foram acidentalmente expostos a uma amostra do elemento químico césio-137. Essa substância é altamente radioativa e contaminou diversas pessoas e locais, até que o governo conseguisse remediar o problema. Quatro pessoas morreram e mais de mil foram afetadas, nesse que é considerado o maior acidente radiológico do Brasil.

Esse evento contou com ampla cobertura da imprensa nacional e internacional, além de ter inspirado o trabalho de artistas diversos.

Em grupos, vocês devem se organizar para produzir uma "reportagem visual" sobre o acidente. Para isso, deverão reunir fotografias, reportagens da época e atuais, imagens de obras de arte e outros materiais que ajudem a retratar o acidente. Também é possível usar textos e desenhos feitos por vocês.

Esses materiais devem ser organizados em uma exposição de maneira que mostre aos visitantes o acidente radiológico de Goiânia. Algumas das informações que a exposição deve apresentar são listadas a seguir. Conversem entre si para decidir que outras questões podem ser abordadas.

- O que é radiação?
- Como ocorreu o acidente?
- O que é o césio-137 e por que ele é perigoso?
- Quais foram as consequências do acidente?
- O que foi feito para conter a contaminação?
- Como evitar acidentes radioativos? Esse risco ainda existe?

Conversem entre si e com o professor sobre o título da exposição e a melhor maneira de realizá-la. Convidem alunos de outras turmas e, se possível, pais e amigos para conhecer a exposição.


Trabalhadores atuando na descontaminação da área afetada pela radioatividade em Goiânia (GO), 1987.

LUIZ NOVAES/FOLHAPRESS

ACIDENTE RADIOLÓGICO EM GOIÂNIA

Ao longo da Unidade, o tema radioatividade foi apresentado brevemente, no estudo da descoberta das partículas subatômicas. Esta atividade propõe uma maneira de aprofundar o tema, usando como suporte o acidente radioativo mais grave e famoso do Brasil. Preservar a memória desse evento é uma forma de refletirmos sobre o desenvolvimento tecnológico e sobre a nossa relação com o ambiente, bem como sobre os riscos associados a determinadas tecnologias e os cuidados necessários para lidar com eles.

A estratégia escolhida para tratar o assunto nesta atividade se volta novamente para o lúdico, conversando com o campo das artes, como feito nas atividades **1** e **4**, da seção **Mergulho no tema**. Recorrer às artes é uma forma de abordar de maneira significativa assuntos que podem parecer tão abstratos e distantes dos alunos, como é o caso da radiação. Essa abordagem também favorece o desenvolvimento das competências gerais 3 e 4.

Instigar os estudantes a incrementar a lista de questões propostas com dúvidas que eles tenham sobre o assunto. Podem ser pesquisados, por exemplo, outros usos da radioatividade e os materiais radioativos empregados para essas finalidades. Os materiais listados a seguir podem ser indicados para os estudantes como fonte de consulta.

PARA SABER MAIS: ALUNO

- Texto: **A história do acidente radiológico em Goiânia**. CÉSIO 137 GOIÂNIA. Disponível em: <http://livro.pro/gs2odc>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- Matéria: O que foi o acidente com o césio-137 em Goiânia (GO)? NADAI, Mariana. **Superinteressante**, 2011. Disponível em: <http://livro.pro/ywebsy>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- Matéria: Trinta anos depois do acidente em Goiânia, vítimas do césio ainda sofrem. GUIMARÃES, Carla. **Folha de S.Paulo**, 2017. Disponível em: <http://livro.pro/pacbkh>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- Matéria: Césio 137: o mais grave acidente radioativo do Brasil completa 30 anos. **G1**, 2017. Disponível em: <http://livro.pro/2g7d45>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- Matéria: O artista que retratou o maior acidente radiológico do Brasil. RONCOLATO, Murilo. **Nexo**, 2018. Disponível em: <http://livro.pro/hjkeam>. Acesso em: 10 nov. 2018.

6. Funções químicas

Divulgação científica

Chamamos de função química um grupo de substâncias que apresentam comportamento químico semelhante, dependendo da forma como ela se transforma quimicamente. Uma classificação bastante utilizada agrupa certas substâncias em quatro categorias: **ácidos**, **bases**, **sais** e **óxidos**.

Essa classificação é importante porque diversas situações do nosso cotidiano envolvem substâncias dessas categorias. Conhecer as propriedades dessas substâncias, bem como a maneira como elas participam de transformações químicas, pode ser de grande utilidade, seja para evitar um acidente, seja para resolver um problema, por exemplo.

Nesta atividade, você e seus colegas devem se reunir em grupos para pesquisar, em livros ou na internet, informações sobre essas funções químicas. Cada grupo ficará responsável por uma delas e deverá pesquisar, entre outras informações:

- quais são as principais características dessa função química;
- exemplos de substâncias cotidianas classificadas nessa função;
- exemplos de reações químicas envolvendo essa função;
- possíveis perigos que as substâncias dessa função podem oferecer e como evitá-los.

Com essas informações, cada grupo deve produzir um material de divulgação para apresentar a função química pesquisada para o restante da turma. Essa apresentação pode ser um vídeo, um cartaz, uma demonstração de experimento, uma exposição oral, entre outros.

No dia combinado, todos os grupos devem realizar as apresentações. Ao final, conversem entre si para esclarecer as dúvidas que surgirem.

EVERYTHING POSSIBLE/SHUTTERSTOCK.COM

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

FUNÇÕES QUÍMICAS

O estudo das funções químicas permite evidenciar a presença da química nas nossas atividades cotidianas, contribuindo para a aprendizagem significativa. A proposta de pesquisa desta atividade extrapola o conteúdo apresentado na Unidade e coloca os alunos no papel de divulgadores do conhecimento; cada grupo deverá focar suas pesquisas em uma das funções e terá a tarefa de explicar o que descobriu para o restante da turma.

Esta atividade pode ser realizada paralelamente ao estudo das reações químicas ou pode ser feita como ponto de partida para o assunto; neste último caso, é conveniente retomar as funções químicas ao longo das explicações sobre as reações, para que o assunto não fique restrito apenas à abordagem inicial fornecida pelos grupos. Por se tratar de um assunto denso, é importante que as fontes consultadas sejam didáticas e confiáveis. Sugerimos algumas opções a seguir, que o professor pode indicar aos estudantes de acordo com seu critério.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Dissertação: **Sequência didática para o ensino de ácidos e bases: da experimentação ao jogo numa abordagem contextualizada**. GONDIN, Carolyne de Oliveira. Disponível em: <http://livro.pro/2mj2xz>. Acesso em: 9 nov. 2018.
- Caderno: Química dos ácidos e bases por meio de uma proposta problematizadora. PRADO, Ana Paula Pinheiro; SILVEIRA, Marcelo Pimentel da. **Cadernos PDE**, 2014. Disponível em: <http://livro.pro/3u6fdr>. Acesso em: 9 nov. 2018.
- Texto: Funções inorgânicas. **G1**, 2017. Disponível em: <http://livro.pro/37f2yb>. Acesso em: 9 nov. 2018.
- Caderno: **Funções químicas inorgânicas**. FUNDAÇÃO CECIERJ – PROJETO SEEDUC. Disponível em: <http://livro.pro/tb2y2g>. Acesso em: 9 nov. 2018.
- Caderno: **Funções inorgânicas**. TEIXEIRA, Letícia R. Disponível em: <http://livro.pro/onq4cm>. Acesso em: 9 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

MAIS

O Sonho de Mendeleiev: A verdadeira história da química. O livro foca na história da descoberta e da busca pelos elementos químicos, desde os filósofos gregos até a fissão nuclear. Pode ser empregado para aprofundar o enfoque histórico do desenvolvimento dos conhecimentos de Química e ampliar o conhecimento dos estudantes acerca dos elementos químicos em geral.

O gênio de Marie Curie. Essa curta animação conta de maneira poética a vida e a obra de Marie Curie. Apesar de estar em inglês, conta com legendas em língua portuguesa. Pode ser utilizada como suporte para o trabalho com a seção *Assim se faz ciência*.

Monte um átomo. Essa página conta com recursos diversos relacionados ao estudo dos elementos químicos. Pode ser empregada como recurso auxiliar no estudo dos átomos, isótopos, íons e da tabela periódica.

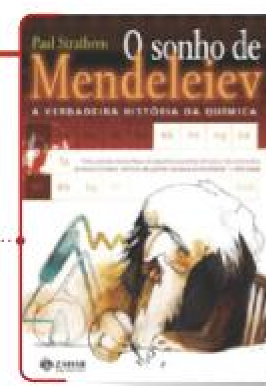
Tabela periódica dinâmica. Essa tabela pode ser indicada como fonte de consulta para as propriedades dos elementos químicos. Um recurso interessante é a possibilidade de saber o estado físico das substâncias simples formadas pelos elementos químicos em diferentes faixas de temperatura.

Vídeos de reações químicas. A filmagem das reações químicas com *zoom* e câmera lenta revela cores, formas e movimentos inimagináveis para quem observa apenas a olho nu. Esses vídeos podem ser empregados para exemplificar a transformação de reagentes em produtos durante uma reação química.

MAIS

LIVRO

- **O Sonho de Mendeleiev: A verdadeira história da química**
  Paul Strathern. São Paulo: Zahar, 2002.



EDITORA ZAHAR

Uma lenda conta que a ideia de criar a tabela periódica veio a Mendeleiev por meio de um sonho. O livro explora essa história e muitas outras sobre a busca pelo conhecimento da matéria e do desenvolvimento da Química.

VÍDEO

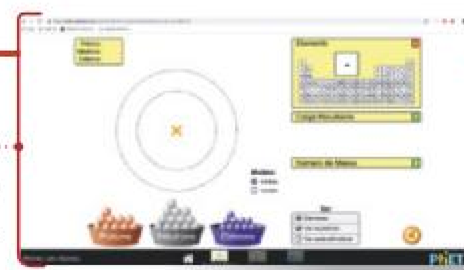
- **O gênio de Marie Curie**

A pesquisadora polonesa Marie Curie enfrentou enormes desafios ao longo de sua vida, mas, apesar disso, fez contribuições importantes para diferentes ramos da Ciência. Essa animação apresenta um resumo da fascinante história de vida. Vídeo em inglês com legendas em português.

Disponível em: <http://livro.pro/gijg3q>. Acesso em: 17 out. 2018.

SITES

- **Monte um átomo**


PHET SIMULAÇÕES INTERATIVAS, UNIVERSIDADE DO COLORADO BOULDER

Este *site* interativo traz jogos e um "simulador" que permite construir um átomo virtual a partir de partículas subatômicas.

Disponível em: <http://livro.pro/rfypox>. Acesso em: 17 out. 2018.


PTABLE

- **Tabela periódica dinâmica**

Este *site* apresenta uma tabela periódica interativa, composta de diversas informações sobre todos os elementos químicos conhecidos, naturais e artificiais.

Disponível em: <http://livro.pro/dnpaxc>. Acesso em: 17 out. 2018.

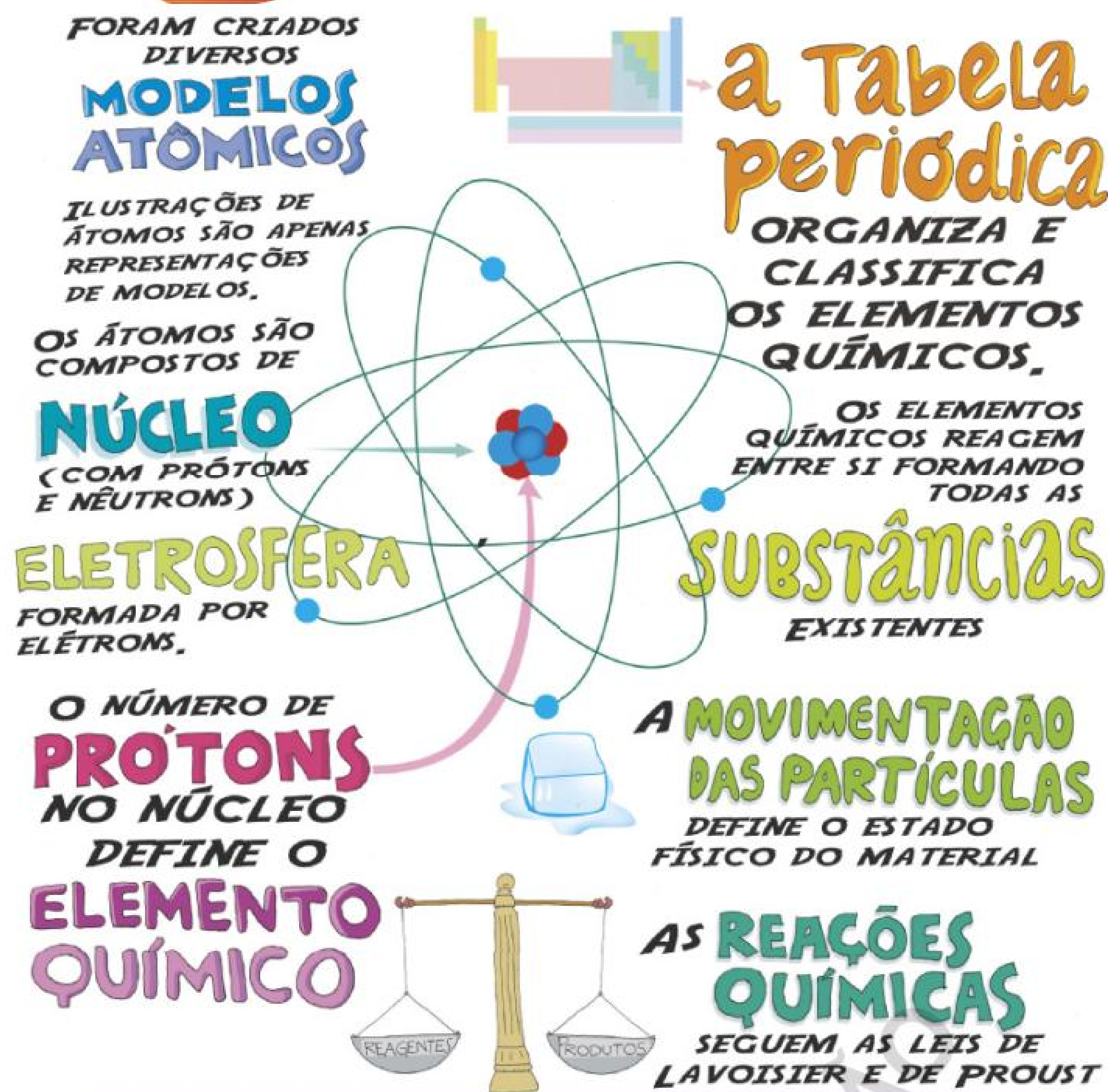
- **Vídeos de reações químicas**

O *site* apresenta um projeto chinês que filma reações químicas em detalhe, usando recursos tecnológicos avançados, como *zoom* e supercâmera lenta. Com isso, são obtidas imagens fascinantes das transformações.

Disponível em: <http://livro.pro/2fx6j5>. Acesso em: 17 out. 2018.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

FIM DE PAPO



1. Retome suas respostas às questões da abertura da Unidade.
- Você alteraria alguma das suas respostas? Se sim, como e por quê?

2. Usando as palavras do quadro, responda à seguinte questão:
- De que são feitas todas as coisas?

átomos	elementos químicos	ligações
substâncias	propriedades	matéria

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

FIM DE PAPO

Aproveitar essa seção para revisar o conteúdo estudado e avaliar a compreensão dos estudantes. Pedir à turma que observe as informações ilustradas e classifique cada um dos itens da seguinte maneira:

- Compreendi bem.
- Entendi, mas tenho dúvidas.
- Não entendi.

Essa classificação pode ser feita individual ou coletivamente, pela criação de uma tabela na lousa. Outra opção é reunir os alunos em grupos, de modo que possam conversar entre si sobre suas dúvidas. Verificar quais assuntos originaram mais dúvidas e avaliar como retomá-los para esclarecê-las.

Respostas

1. Espera-se que os estudantes revisem as respostas que deram inicialmente às questões da abertura e as alterem ou complementem, de acordo com o que aprenderam. Ao confrontarem o que sabiam sobre o assunto antes e depois do estudo da Unidade, os alunos têm um estímulo para desenvolver a metacognição. Essa atividade pode ser feita em grupos, estimulando a colaboração entre os alunos para o esclarecimento de dúvidas.

2. Resposta variável. Esta atividade tem o intuito de desenvolver a capacidade de síntese dos estudantes. Ao elaborar a resposta, espera-se que utilizem e relacionem os principais conceitos estudados de modo a explicitar a importância das máquinas em suas atividades cotidianas e para a sociedade como um todo. Possibilidade de resposta: Tudo o que é feito de matéria é constituído por átomos de elementos químicos. Os átomos se combinam por ligações químicas para originar as diferentes substâncias, e determinam suas propriedades.

Para complementar o fechamento da Unidade, pode ser proposta a produção coletiva de um material que simbolize o que foi estudado, segundo a opinião dos estudantes. Pode ser um texto escrito com a colaboração de todos, uma pintura, um vídeo, uma escultura etc. Realizando esse trabalho ao final de todas as Unidades, será possível acumular os materiais produzidos e criar uma exposição para a turma no final do ano letivo. Essa atividade propicia um momento de reflexão sobre o que foi estudado, no qual os alunos podem expor suas opiniões sobre a importância dos assuntos abordados, as dificuldades que tiveram, entre outros.

PROPOSTA DA UNIDADE

Esta Unidade propõe uma investigação sobre os fenômenos ondulatórios, com foco naqueles que nos são mais familiares: o som e a luz. O trabalho se inicia com a apresentação das principais características das ondas, conceitos que serão fundamentais no desenvolvimento dos assuntos subsequentes. A partir desse conhecimento, prossegue-se para o estudo do som, sua caracterização, origem e propriedades. Analisam-se algumas aplicações do som e fenômenos cotidianos, como o canto e o eco. Ao analisar as ondas eletromagnéticas, procuramos ilustrar as informações com exemplos próximos do cotidiano dos estudantes, como forma de aproximar esse assunto da realidade dos alunos – que exige raciocínios abstratos em diversos momentos. A porção teórica da Unidade se conclui com um estudo sobre diferentes aplicações das ondas eletromagnéticas, com foco nas tecnologias de saúde e de telecomunicação. A seção **Mergulho no tema** procura tirar proveito do potencial de experimentação que o assunto propicia. Nela, são sugeridas diversas atividades práticas para investigar tanto fenômenos sonoros quanto luminosos, a partir de diferentes abordagens que visam contribuir para uma aprendizagem significativa.



O que o som e a luz têm em comum?

Cerimônia de abertura das Olimpíadas de 2016, no estádio do Maracanã, Rio de Janeiro (RJ).

HABILIDADES p. XXVI

- EF09CI04
- EF09CI05
- EF09CI06
- EF09CI07

COMPETÊNCIAS

GERAIS p. VII

- 1, 2, 4, 5, 7, 9 e 10.

ESPECÍFICAS p. XII

- 1, 2, 3, 4, 6 e 8.

CONTEÚDOS CONCEITUAIS

- Ondas: características e classificações.
- Som: definição, propriedades e aplicações.
- Espectro sonoro.
- Altura, intensidade e timbre sonoros.
- Reflexão do som e eco.
- Ondas eletromagnéticas: propriedades.
- Reflexão e refração da luz.
- Percepção das cores.
- Aplicações das ondas.

PARA INÍCIO DE CONVERSA

1. Repare que a plateia na arquibancada está quase toda vermelha. Por que isso ocorre? Como esse efeito é produzido?
2. Todas as pessoas na arquibancada escutam a explosão dos fogos de artifício ao mesmo tempo? Explique sua resposta.
3. O que é luz? Existem luzes diferentes?

PETR TOMAN/SHUTTERSTOCK.COM

PARA INÍCIO DE CONVERSA

1. A plateia parece avermelhada porque ela reflete luz dessa faixa do espectro visível. Esse efeito é produzido iluminando as pessoas com uma fonte de luz vermelha. Ao iniciar a Unidade, não é esperado que os alunos forneçam as respostas corretas; o intuito é avaliar suas concepções prévias sobre alguns dos principais conceitos que serão abordados.

2. Não. Como o som se propaga no ar com uma velocidade de 340 m/s, aproximadamente, as pessoas mais próximas da explosão a ouvirão primeiro; pessoas na outra ponta do estádio podem ouvir o som com um atraso de quase um segundo, dadas as dimensões do estádio do Maracanã.

3. Luz é um fenômeno eletromagnético; a luz visível constitui uma pequena faixa do espectro eletromagnético, que é composto de "luzes" de diferentes comprimentos de onda.

NO DIGITAL – 3º bimestre

- Veja o plano de desenvolvimento para as Unidades **4** e **5**.
- Desenvolva o projeto integrador sobre as radiações e a tecnologia.
- Explore a sequência didática sobre ondas eletromagnéticas e suas aplicações, que trabalha a habilidade **EF09CI04**, **EF09CI05** e **EF09CI07**.
- Acesse a proposta de acompanhamento da aprendizagem.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Grandes espetáculos são eventos que geralmente empregam diversas tecnologias de som e luz. Ao longo da leitura da imagem de abertura e da discussão das questões propostas para iniciar a exploração do assunto, questionar os estudantes sobre eventos que eles tenham presenciado com efeitos de luz e som e colher as impressões individuais deles quanto a esses fenômenos. Esse levantamento inicial das concepções prévias auxilia o encaminhamento do estudo no decorrer da Unidade.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

AS ONDAS

O estudo dos fenômenos ondulatórios pode ser bastante abstrato, o que pode representar um obstáculo para muitos estudantes. Empregar outros recursos pedagógicos no estudo do assunto, como demonstrações, experimentos e outras atividades práticas, é uma maneira de tornar a aprendizagem mais significativa e despertar o interesse dos estudantes pelo assunto.

O fenômeno ilustrado na página é um exemplo de situação que pode ser realizada em sala de aula e certamente tornará a aula mais interessante. Para obter um resultado visualmente interessante, recomendamos empregar uma corda com pelo menos 10 mm de espessura, de cor intensa. Para evidenciar que os diversos pontos da corda realizam apenas movimentos verticais, é possível amarrar fitilhos de outra cor em pontos diferentes da corda.

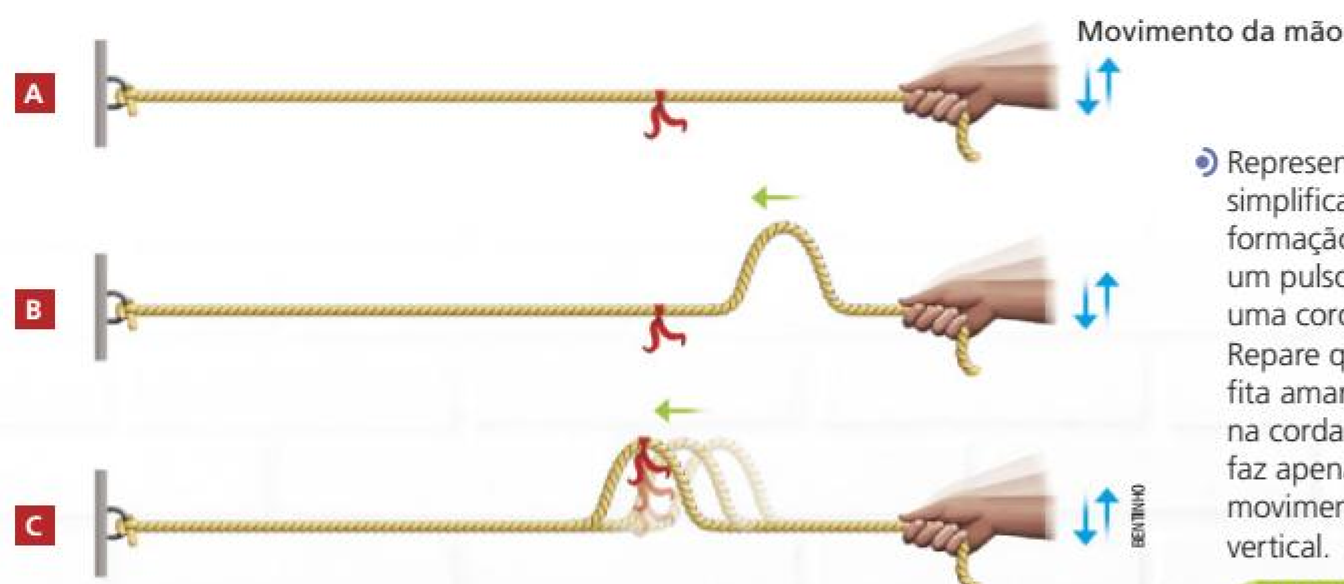
Se possível, pedir a um estudante que filme a corda de lado, durante a propagação do pulso, para que o movimento possa ser analisado em câmera lenta. Essa dinâmica convida os estudantes a participar da construção do conhecimento e fornece um exemplo de como as tecnologias digitais podem ser empregadas de maneira analítica e eficaz no estudo.

As ondas

Quando você escuta a palavra **onda**, o que lhe vem à mente? Talvez você pense no mar e nas ondas quebrando na praia. Para a Ciência, as ondas vão muito além disso: instrumentos musicais, lâmpadas, aparelhos de raios X, equipamentos de som, radares e muitos outros objetos têm seu funcionamento intimamente relacionado às ondas, como veremos ao longo desta Unidade. Para iniciarmos o estudo desse assunto, observe a demonstração comentada a seguir e, se possível, tente reproduzi-la.

Supondo que você segura a ponta de uma corda completamente esticada, que tem a outra ponta amarrada em um ponto fixo, na parede. Se você mover sua mão rapidamente para cima e para baixo, retornando à posição inicial, notará que se forma uma perturbação na corda, um **pulso**.

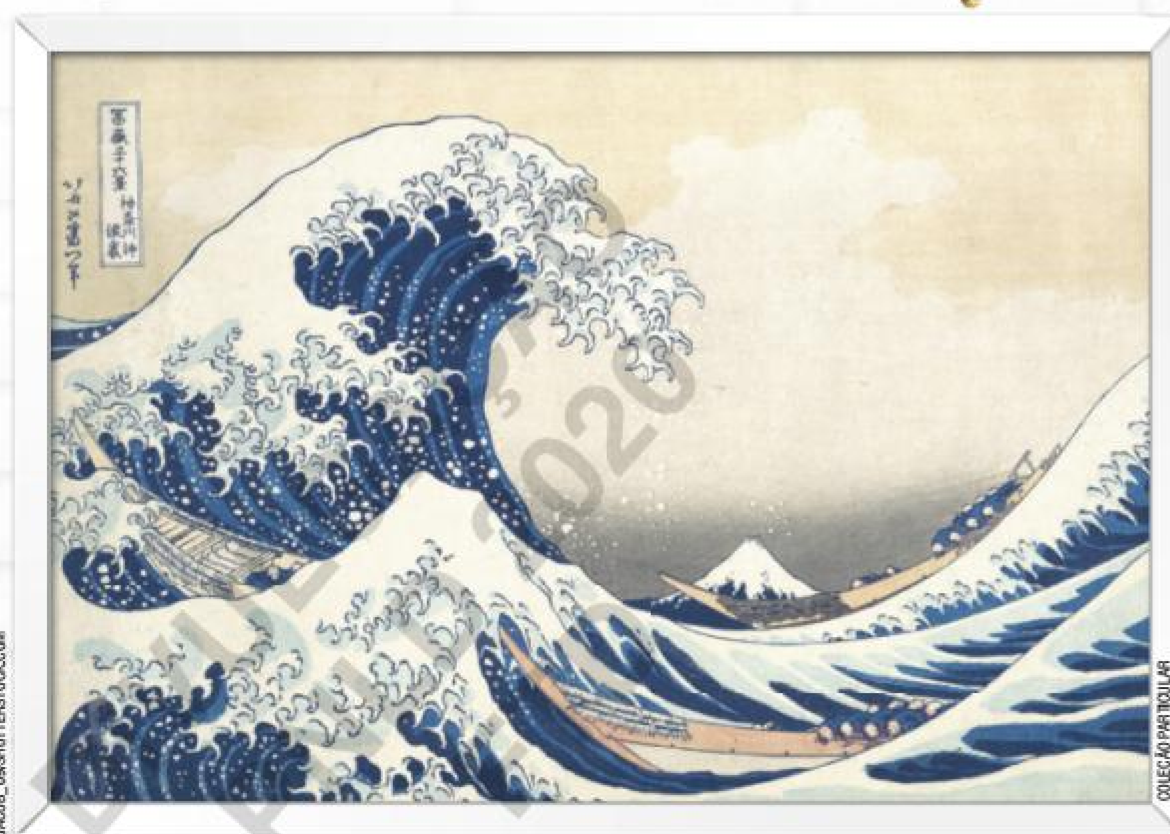
Embora o pulso se propague para a frente, em um movimento horizontal, os diversos pontos da corda realizam apenas um movimento vertical. Podemos dizer que, embora o pulso transporte a energia que a sua mão lhe forneceu, ele não transporta matéria.



Representação simplificada da formação de um pulso em uma corda. Repare que a fita amarrada na corda faz apenas movimento vertical.

AS CORES NÃO SÃO REAIS.

IMAGENS FORA DE PROPORÇÃO.

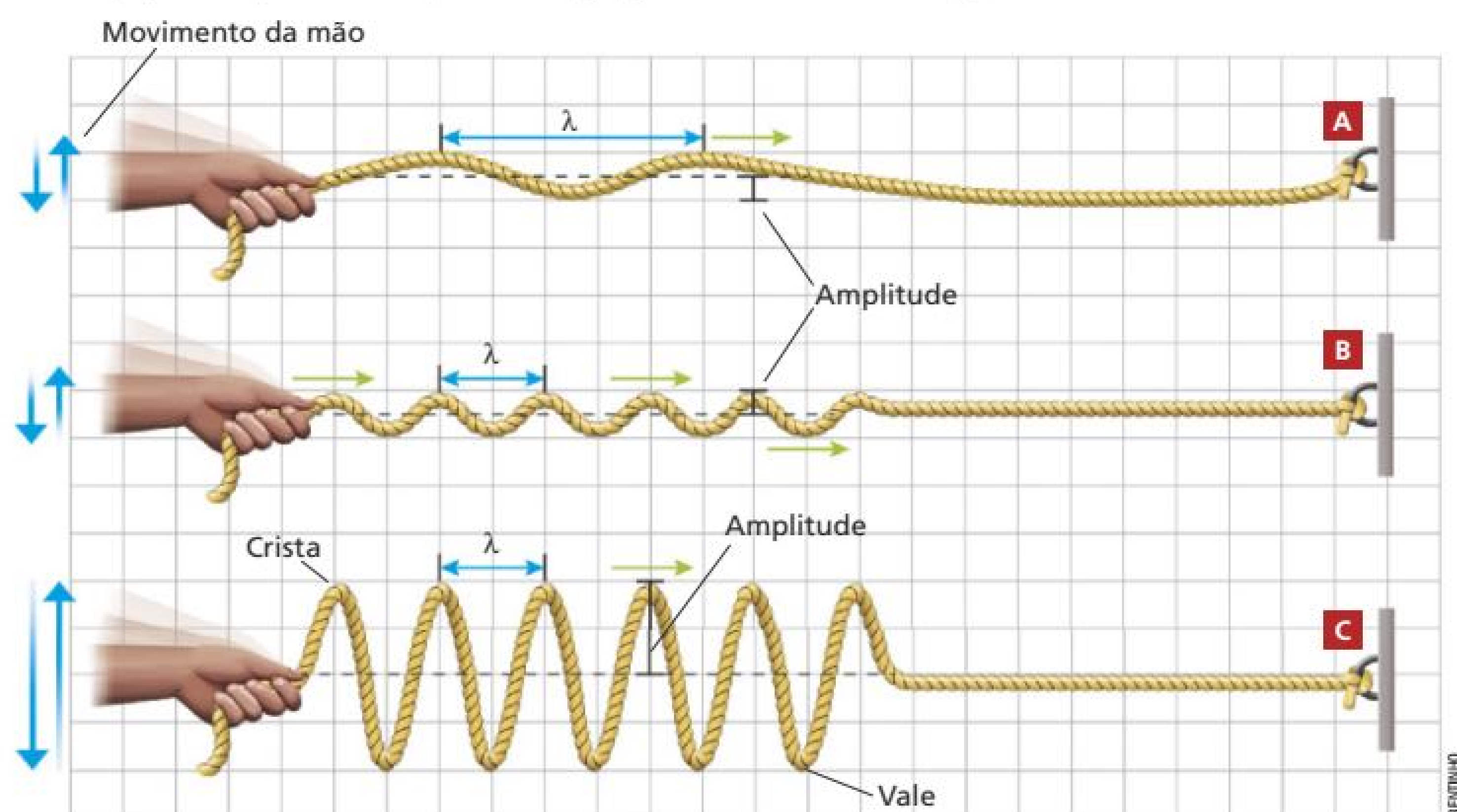


Xilogravura **A grande onda de Kanagawa**, do artista japonês Katsushika Hokusai (1760-1849). As ondas que se formam nos oceanos são resultado da ação do vento e das marés.

Se você repetir ininterruptamente o movimento que fez para gerar o pulso, observará que se forma uma série contínua de pulsos na corda. Fenômenos como esse, que consistem em perturbações periódicas que se propagam sem transportar matéria, recebem o nome de **ondas**.

Para o estudo das ondas, é importante conhecermos algumas de suas principais características. Conforme a onda se propaga, os pontos da corda se deslocam verticalmente; o ponto mais alto desse movimento é a **crista** da onda, enquanto o ponto mais baixo é o **vale**.

A distância entre a crista ou o vale até o ponto de equilíbrio corresponde à **amplitude** da onda. A distância entre duas cristas consecutivas (ou dois vales) é chamada **comprimento de onda**, que é representado pela letra grega lambda minúscula (λ).



Representação simplificada da formação de ondas em uma corda. As ondas **A** e **B** têm a mesma amplitude, mas comprimento e frequência diferentes. As ondas **B** e **C** têm o mesmo comprimento e a mesma frequência, mas amplitudes diferentes.

O tempo que um ponto na corda leva para completar um movimento vertical (saindo da crista e retornando a ela, por exemplo) chama-se **período** da onda. O número de vezes por segundo que um ponto da corda completa o movimento vertical corresponde à **frequência** da onda. A frequência é medida em hertz (Hz), em homenagem ao físico alemão Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894), que realizou importantes estudos sobre as ondas, como veremos. Um hertz (1 Hz) corresponde a uma repetição por segundo. Matematicamente, dizemos que o período é igual ao inverso da frequência:

$$\text{período} = \frac{1}{\text{frequência}}$$

Por exemplo, se você realizar dois movimentos completos a cada segundo, a onda terá frequência de 2 Hz e período de 0,5 s. Se completar 3 movimentos por segundo, a onda terá frequência de 3 Hz e período de 0,33 s.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Continuando a demonstração proposta na página anterior, solicitar aos alunos que, após a leitura da página, tentem reproduzir as ondas representadas na ilustração. Solicitar que expliquem, com as próprias palavras, o que deve ser feito em cada caso, para simular a propagação das ondas **A**, **B** e **C**. Eles deverão utilizar as explicações apresentadas para desenvolver os conceitos de amplitude, comprimento de onda, cristas, vales, período e frequência.

Para reproduzir a onda **A**, a mão deve repetir movimentos verticais de mesma amplitude em uma frequência que resulte em ondas com o formato parecido ao da figura. Para reproduzir a onda **B**, a amplitude deve ser mantida, mas a frequência do movimento deve aumentar cerca de três vezes. Por fim, para reproduzir a onda **C**, deve-se manter a frequência empregada na onda **B**, mas aumentar a amplitude do movimento.

Os fitilhos amarrados ao longo da corda permitirão observar que os diversos pontos da corda realizam apenas movimentos verticais. Chamar a atenção dos estudantes para esse fato e esclarecer que as ondas não transportam matéria, apenas energia.

Após a demonstração, convém relacionar os fatos observados com a equação que relaciona o período à frequência. Deve ficar evidente que essas grandezas são inversamente proporcionais; se uma aumenta, a outra diminui.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Tipos de onda

A demonstração das ondas longitudinais pode ser feita com espirais de encadernação, preferencialmente as de maior diâmetro, para facilitar a visualização. Uma das pontas da mola deve ser presa a um ponto fixo ou a um corpo pesado, como um livro grosso ou uma pilha de livros. A mola deve ser esticada sobre uma superfície bem lisa, como uma mesa, para que o atrito não comprometa a demonstração.

Os estudos práticos sobre comprimento de onda e frequência realizados com a corda podem ser repetidos com a mola. A diferença, neste caso, é que o movimento da mão se dá na mesma direção da propagação; neste caso, horizontalmente, para a frente e para trás.

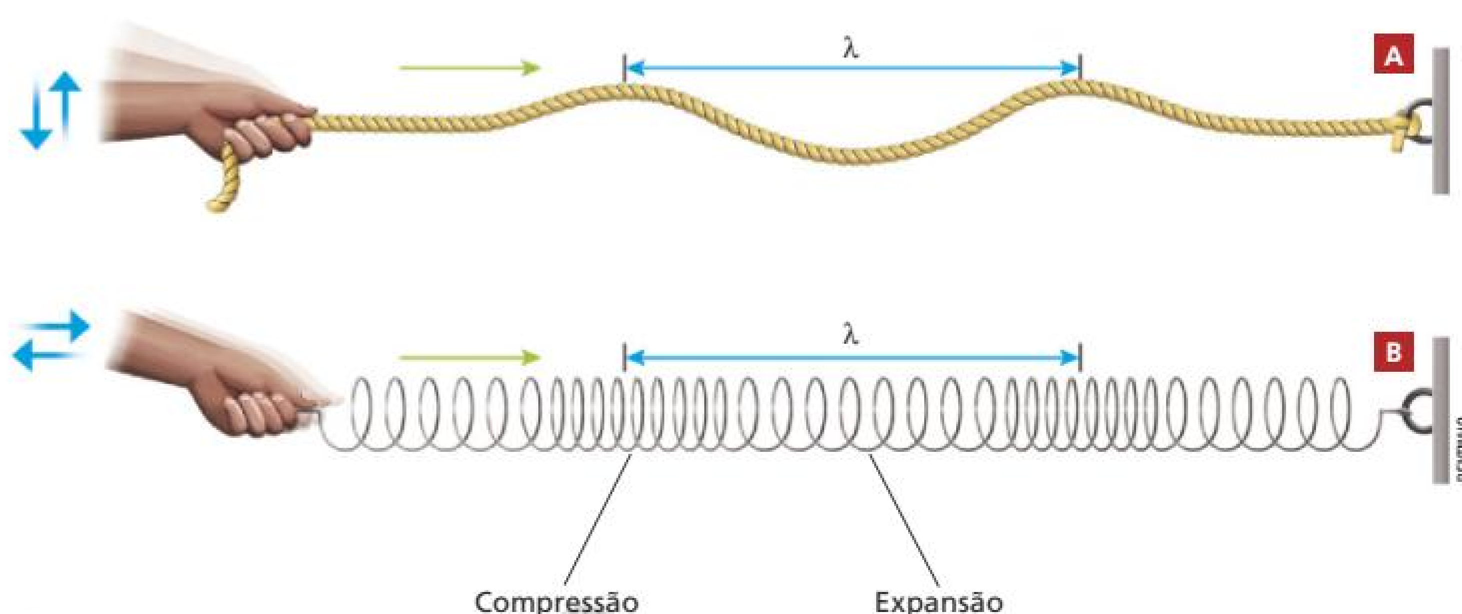
Solicitar aos estudantes que tentem reproduzir ondas com diferentes comprimentos e pedir que expliquem o raciocínio empregado. Partir das respostas fornecidas para construir a noção de que as ondas produzidas na mola são longitudinais, diferentemente daquelas produzidas na corda, que são transversais. Se a atividade for filmada, é interessante analisar conjuntamente os vídeos dos dois tipos de onda produzidos, analisando não apenas as propriedades das ondas mas também as características dos movimentos necessários para produzi-las. Esse exercício ajudará na construção dos conceitos sobre as principais características das ondas e será importante no estudo do espectro sonoro e do espectro eletromagnético.

Tipos de onda

As ondas podem ser classificadas de acordo com diferentes critérios. Levando em conta a direção de propagação e a direção de oscilação, por exemplo, as ondas podem ser transversais ou longitudinais.

Em uma **onda transversal**, a perturbação oscila de maneira perpendicular à propagação. É o caso da onda produzida na corda: a oscilação dos pontos é vertical, enquanto a propagação dos pulsos é horizontal.

Em uma **onda longitudinal**, a oscilação e a propagação têm a mesma direção. Imagine que, em vez de uma corda, você segure uma mola e, em vez de movimentos verticais, faça movimentos de "vai e vem", para a frente e para trás. Você poderá notar que se forma uma sequência contínua de pulsos na mola, assim como ocorre com a corda. No caso da mola, porém, não há cristas ou vales; existem zonas de **compressão** e **expansão** (ou rarefação). A crista das ondas longitudinais corresponde à região de maior compressão, e o vale, à região de maior expansão.



Representação simplificada de uma onda transversal (**A**) e uma onda longitudinal (**B**) com mesmo comprimento.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

De acordo com o meio em que se propagam, as ondas podem ser classificadas em mecânicas ou eletromagnéticas. As **ondas mecânicas** dependem de um meio material para se propagar. É o caso dos exemplos que analisamos aqui, que se propagam pela corda ou pela mola. O som é outro caso de onda mecânica: ele se propaga pelo ar, pela água e por outros materiais. No vácuo, isto é, na ausência de matéria, o som não é capaz de se propagar.

Isso não ocorre com as **ondas eletromagnéticas**, que não dependem de um meio material para se propagar. A energia solar que chega à Terra, por exemplo, se propaga por ondas eletromagnéticas que atravessam o espaço, no vácuo.

ATIVIDADES

NÃO ESCREVA NO LIVRO.

AS CORES NÃO SÃO REAIS.

IMAGENS FORA DE PROPORÇÃO.

1. Imagine uma bacia com água parada, sobre a qual boia uma rolha. Em certo momento, uma pedra cai na bacia, produzindo ondas como mostrado na ilustração.



a) Essas ondas são mecânicas ou eletromagnéticas? Explique sua resposta.

b) Essas ondas são transversais ou longitudinais? Explique sua resposta.

c) Quando as ondas atingirem a rolha, em que direção ou direções ela vai se mover? Explique sua resposta.

2. Defina as seguintes características de uma onda:

a) Comprimento de onda.

b) Amplitude.

c) Frequência.

3. Ao assistir a um filme de ficção científica que retratava uma guerra no espaço sideral, um estudante comentou:

Esses barulhos de explosão não fazem sentido, pois o som não se propaga no espaço.

- Em duplas, discutam se vocês concordam com essa afirmação e apresentem seus argumentos.

4. Analise esta situação, que representa um tipo de exercício de musculação. Considere que a mulher move a ponta das cordas apenas na vertical, em movimentos repetitivos.

- Se os braços da mulher repetem o movimento a cada meio segundo, qual é a frequência das ondas produzidas?



Mulher praticando exercício de musculação.

5. Em 2018, o brasileiro Rodrigo Koxa estabeleceu o recorde mundial de surfe em ondas gigantes, com uma onda de 24,38 m de altura. Nesse mesmo ano, a brasileira Maya Gabeira quebrou o recorde feminino surfando uma onda de 20,72 m de altura. Em duplas, pesquisem em livros ou na internet as respostas para as seguintes questões:

a) Como se formam as ondas nos mares?

b) Como se mede a altura de uma onda no mar?



Rodrigo Koxa surfando a maior onda que se tem registro (24,38 m) em Nazaré (Portugal), 2018.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

vácuo, pois precisa de um meio para se propagar. Os alunos podem argumentar, porém, que os efeitos sonoros ajudam a criar a ambientação do filme, por exemplo.

4. $\text{período} = \frac{1}{\text{frequência}} \rightarrow$
$\rightarrow 0{,}5\ \text{s} = \frac{1}{\text{frequência}} \rightarrow$
$\rightarrow \text{frequência} = 2\ \text{Hz}$

5. a) As ondas superficiais se formam pela interação da atmosfera com a superfície da água no local. A ação do vento cria rugosidades na superfície da água, resultado da transferência de energia da atmosfera para a água. Quanto maior for o período de ação do vento e quanto mais forte ele for, maiores serão as ondas produzidas. O aspecto regular das ondas na superfície de uma praia (*swell*) é resultado de ondas formadas em locais distantes, que se propagam até a praia. Para saber mais sobre o assunto, consultar as fontes indicadas abaixo.

b) A altura de uma onda é medida da crista até a base da onda que a sucede. Ondógrafos são equipamentos dotados de uma boia que são empregados para medir a altura e a direção das ondas.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Texto: **Como se formam as ondas?** CENTRO DE ESTUDOS DO MAR – UFPR. Disponível em: <http://livro.pro/ym45xy>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- Texto: **Ondas no Oceano**. FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE LISBOA. Disponível em: <http://livro.pro/b2qvar>. Acesso em: 10 nov. 2018.

ATIVIDADES

1. a) São ondas mecânicas, pois se propagam pela oscilação de um meio material (água).

b) São ondas transversais, pois a oscilação é vertical, enquanto a propagação é horizontal em relação à superfície da água.

c) A onda realizará apenas movimentos oscilatórios na vertical. A rolha não se moverá no sentido de propagação da onda porque as ondas não propagam (transportam) matéria, apenas energia.

2. a) Distância entre duas cristas ou dois vales consecutivos.

b) Distância entre um vale ou uma crista até o ponto de equilíbrio da onda.

c) Número de oscilações por segundo.

3. Espera-se que os alunos concordem que o som, composto de ondas mecânicas, não se propaga no espaço, que é constituído basicamente por

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

O SOM

Se possível, leve um violão para a sala de aula. Analisar de perto a vibração da corda contribui para a compreensão da explicação fornecida no texto. A manipulação do violão também permitirá aos estudantes desenvolver as noções referentes a altura, intensidade e timbre, características do som que serão analisadas adiante.

Dedicar um tempo para a leitura da imagem com os estudantes. Os golpes da mão sobre a membrana do tambor a fazem vibrar; essa vibração é transferida para o ar, originando ondas longitudinais. A ilustração na página traz um detalhe que representa, de maneira simplificada, zonas de compressão e de rarefação. Convém certificar-se de que os alunos associam os pontinhos pretos às moléculas dos gases que formam o ar.

O som é um fenômeno essencialmente dinâmico, o que é um obstáculo para as representações estáticas, como as ilustrações no livro. Para enriquecer a explicação, propomos a análise das imagens animadas e do vídeo presentes no *link* indicado abaixo. Apesar de o vídeo estar em inglês, é possível notar as ondas sonoras se propagando no ar, resultado possível devido ao emprego de uma técnica especial de filmagem, denominada "visualização de fluxo de Schlieren". O segundo *link* indicado explica essa técnica.

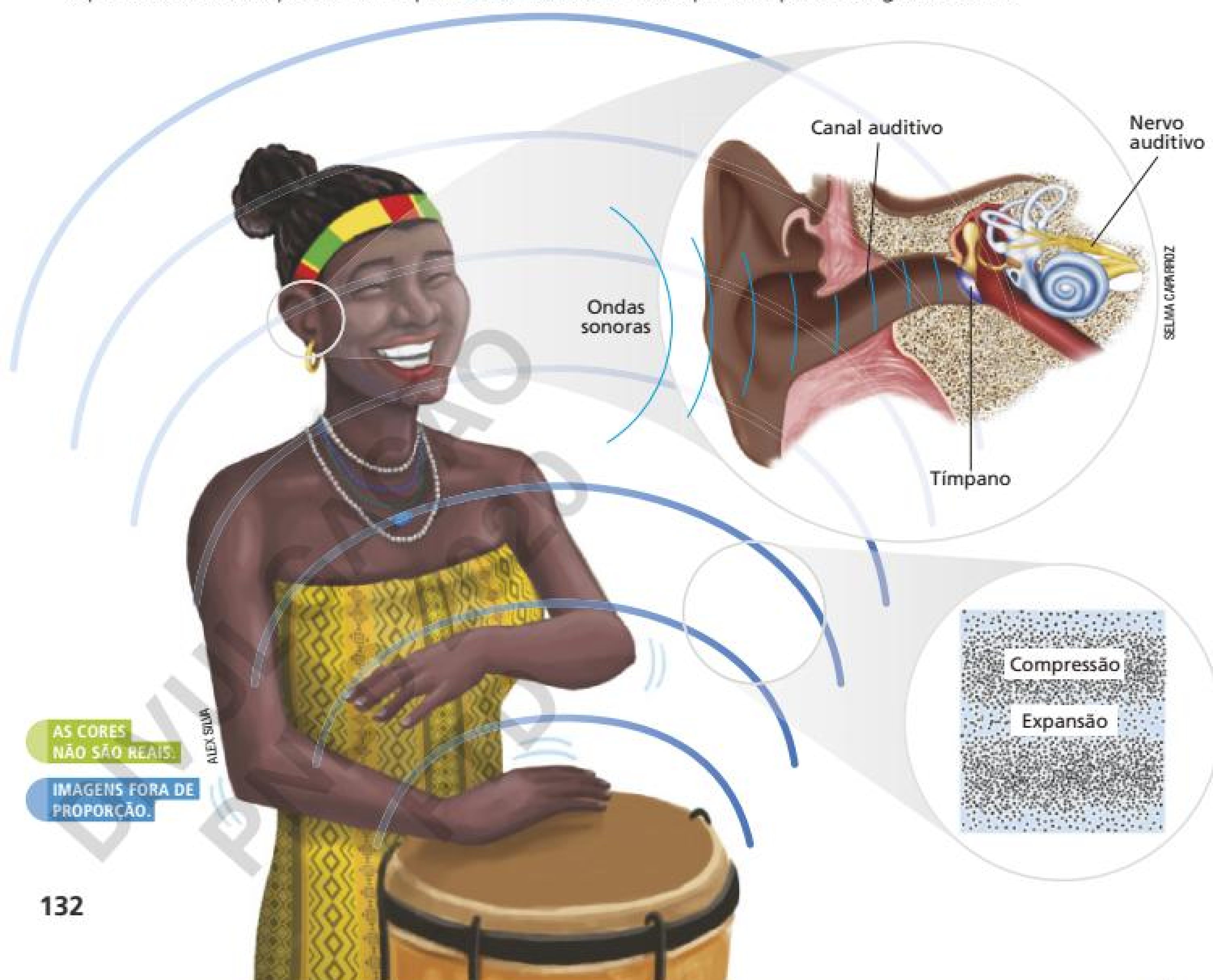
O som

O **som** é uma sensação que temos quando as **ondas sonoras** são captadas pelas orelhas e interpretadas pelo cérebro. As ondas sonoras são ondas mecânicas, isto é, dependem de um meio material – como o ar ou a água – para se propagar. São também ondas longitudinais, pois as oscilações (compressões e expansões) ocorrem na mesma direção que a propagação da onda.

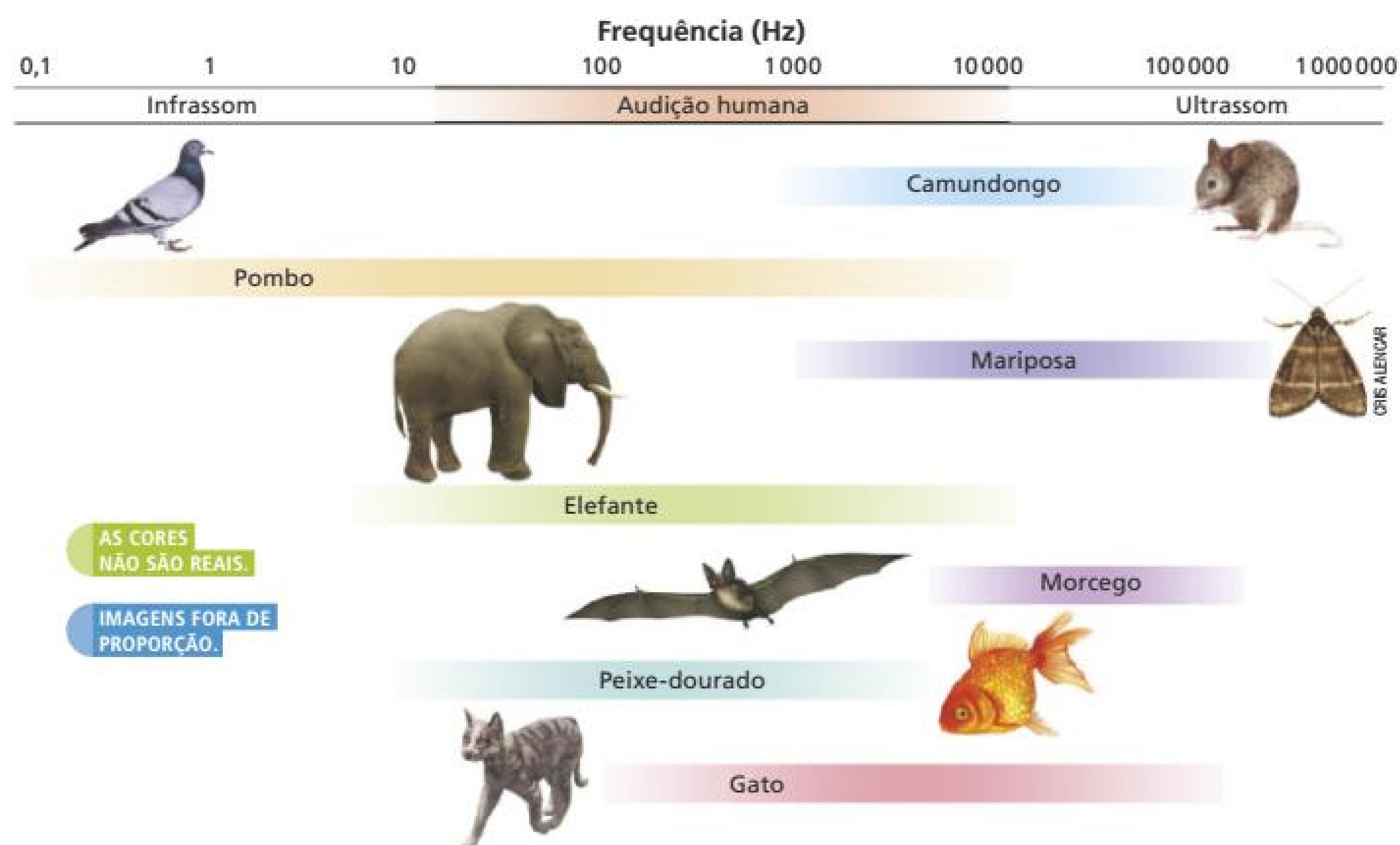
As ondas sonoras se propagam em todas as direções – por esse motivo, conseguimos ouvir duas pessoas conversando em uma sala, mesmo que não estejamos de frente para elas. Vamos analisar um exemplo: quando a corda de um violão é tocada, ela passa a vibrar. Esse movimento gera perturbações no ar, criando zonas de compressão e expansão que se propagam pelo ambiente em todas as direções, afastando-se da fonte do som. Ao atingir o sistema auditivo de uma pessoa, as ondas sonoras fazem a membrana timpânica vibrar, gerando impulsos nervosos que são transmitidos pelo nervo auditivo para o cérebro, onde o som é interpretado. Ondas sonoras com características diferentes são interpretadas como sons diferentes, como veremos mais adiante.

Enquanto se propagam pelo ar, as ondas sonoras provocam a movimentação das moléculas de gases. Nas zonas de compressão, as moléculas ficam mais concentradas; nas zonas de expansão, ficam mais rarefeitas.

Representação simplificada da produção do som. Quando é golpeada, a membrana do tambor vibra e transfere essa vibração para o ar, originando ondas sonoras. (**A**) Detalhe da chegada das ondas sonoras à orelha. (**B**) Representação das zonas de compressão e expansão do ar; os pontinhos representam as moléculas que compõem os gases do ar.



O conjunto de todas as frequências possíveis para as ondas sonoras compõe o **espectro sonoro**. O sistema auditivo humano é capaz de captar ondas sonoras com frequência entre 20 Hz e 20 000 Hz, que compõem o **espectro audível**. Abaixo dessa faixa, existe o chamado **infrassom** ou subsom; acima dela, o **ultrassom**. Outros animais conseguem ouvir faixas diferentes do espectro sonoro, como mostra o esquema.



Frequência de audição de algumas espécies.

Fonte: FAY, R. R. **Hearing in vertebrates**: a psychophysics databook. Winnetka: Hill-Fay Associates, 1988.

Muitos animais são também capazes de produzir sons no espectro do infrassom e do ultrassom para se comunicar. Mamíferos aquáticos como golfinhos e baleias, por exemplo, utilizam uma ampla faixa do espectro sonoro para se comunicar. Como a visibilidade nos oceanos é pequena, a audição torna-se um sentido crucial para a comunicação e a sobrevivência desses animais.

Ao longo da vida, a faixa do espectro sonoro que as pessoas conseguem ouvir vai diminuindo. Esse é um processo natural, decorrente da deterioração do sistema auditivo. A maior parte das pessoas com 24 anos de idade ou mais perde a capacidade de ouvir sons com frequência maior que 17,4 kHz. Acima dos 50 anos, sons com frequência de 12 kHz ou mais são inaudíveis para a maioria das pessoas. Além dessa perda normal, hábitos como ouvir música em volumes elevados ou não cuidar corretamente da higiene auricular podem provocar danos irreversíveis ao sistema auditivo e, consequentemente, acelerar ou agravar a perda auditiva.



Oftalmologistas aconselham a não utilizar hastes flexíveis no canal auditivo, pois elas podem danificar estruturas do sistema auditivo. A produção natural de cera é geralmente suficiente para manter o canal auditivo livre de sujeira.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Acompanhar os estudantes na leitura da imagem. Chamar atenção para o fato de que a escala do gráfico é logarítmica, um recurso que é empregado para comparar graficamente valores com ordens de grandezas muito distintas.

Questionar os estudantes se eles possuem cachorros ou gatos de estimação. Perguntar se eles já perceberam que esses animais podem ter reações que, para nós, parecem inexplicáveis, como se assustar de repente, sem que tenhamos escutado ou percebido nada, ou ficar em alerta, parecendo prestar atenção em algum evento do qual não fazemos a menor ideia. Verificar se os alunos conseguem explicar esse tipo de comportamento com base nas diferenças de espectro audível entre nós e eles.

Gatos e cachorros conseguem ouvir sons na faixa do ultrassom, isto é, com frequências superiores ao limite da audição humana. Dessa maneira, eles podem ouvir uma série de sons que não ouvimos, como os sons produzidos por insetos. Além disso, a audição desses animais é mais apurada que a nossa, com capacidade de captar sons de intensidade menor do que conseguimos captar.

Ao tratar da perda auditiva, retomar com a turma os cuidados com o sistema auditivo que eles conhecem, tradicionalmente estudados em anos anteriores do ensino fundamental. Evitar cutucar as orelhas internas e não ouvir sons em volume elevado são cuidados básicos que contribuem para preservar a saúde do sistema auditivo.

133

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Propriedades do som

O estudo das propriedades do som é favorecido pela análise do funcionamento de um ou mais instrumentos musicais, especialmente os de corda, que permitem observar facilmente a vibração do material.

Ao tocar uma corda do violão, por exemplo, ela vibra e transfere essa vibração para o ar. Se pressionarmos a corda em uma das casas no braço do violão, o trecho dela que irá vibrar quando for tocada é menor, o que resulta em um som de altura maior (mais agudo). O vídeo **Espectro auditivo humano**, na seção **Mais**, permite explorar desde os sons mais graves até os mais agudos da audição humana. Se possível, use caixas de som para projetar esse áudio e demonstrar a variação de altura do som.

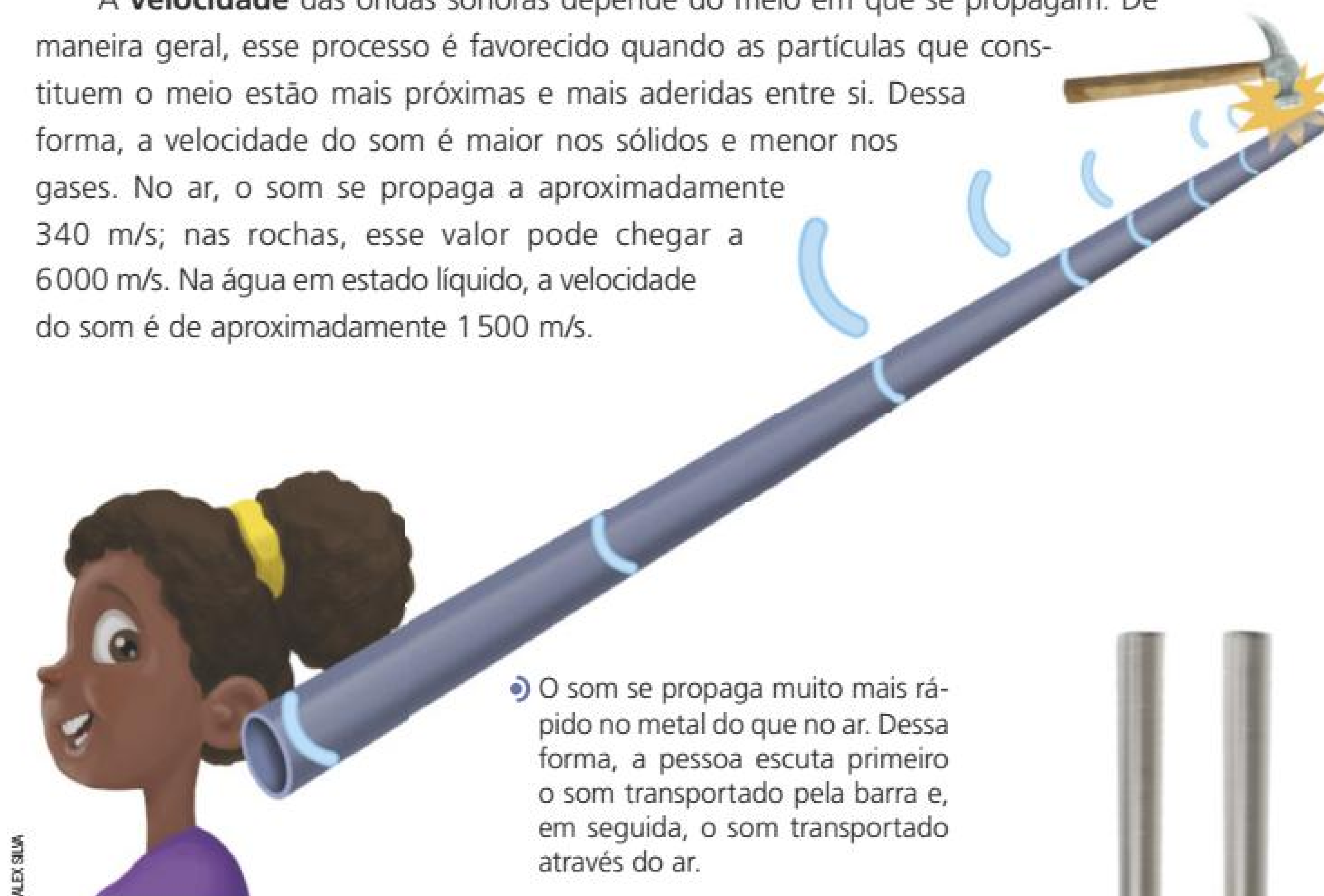
Ao tratar da velocidade do som em diferentes meios, retomar a composição submicroscópica da matéria, apresentada na Unidade 3, e verificar se os estudantes conseguem associar o arranjo das partículas nos três estados físicos da matéria com a velocidade de propagação do som. Como a propagação do som é um fenômeno dinâmico, o uso de imagens animadas pode auxiliar a sua compreensão. O vídeo indicado a seguir pode ser utilizado como suporte para esse estudo. Apesar de abordar conceitos além dos que são vistos aqui, a explicação é clara e objetiva e por isso vale considerar apresentá-lo parcialmente à turma. Neste caso, determinar quais trechos do vídeo serão analisados pelos alunos.

Propriedades do som

Os sons podem variar de acordo com diversas características. Vamos conhecer algumas delas.

Velocidade de propagação

A **velocidade** das ondas sonoras depende do meio em que se propagam. De maneira geral, esse processo é favorecido quando as partículas que constituem o meio estão mais próximas e mais aderidas entre si. Dessa forma, a velocidade do som é maior nos sólidos e menor nos gases. No ar, o som se propaga a aproximadamente 340 m/s; nas rochas, esse valor pode chegar a 6000 m/s. Na água em estado líquido, a velocidade do som é de aproximadamente 1500 m/s.



ALEX SILVA

O som se propaga muito mais rápido no metal do que no ar. Dessa forma, a pessoa escuta primeiro o som transportado pela barra e, em seguida, o som transportado através do ar.

Altura

A **altura** diz respeito à frequência das ondas sonoras: sons altos são aqueles com frequências elevadas, que são percebidos como **agudos**; é o caso de um assobio ou do miado de um gato. Sons com frequências baixas são percebidos como **graves** — o trovão é um exemplo.

Quanto mais alta for a frequência do som, menor será o comprimento de onda – considerando ondas sonoras viajando no mesmo meio e, portanto, com a mesma velocidade. Os sons muito agudos, com frequência acima de 7000 Hz, são desagradáveis para a maioria das pessoas.



SMILEUS/SHUTTERSTOCK.COM

O diapasão é um objeto de metal usado na afinação de instrumentos musicais. Ao ser batido, ele vibra sempre na mesma frequência – 440 Hz na maioria dos modelos, o que corresponde à nota musical Lá.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

PARA SABER MAIS: ALUNO

- Vídeo: **Velocidade relativa do som em sólidos, líquidos e gases**. Produzido por: Khan Academy em Português. Brasil, 2015. Disponível em: <http://livro.pro/xn7rvs>. Acesso em: 10 nov. 2018.

Intensidade

A **intensidade** das ondas sonoras é o que, cotidianamente, chamamos de volume do som. Ela está relacionada à quantidade de energia que a onda transporta: quanto mais intenso, maior é a quantidade de energia transportada. Pense no seguinte exemplo: se você bater palmas com pouca força, produzirá um som fraco, de baixa intensidade. Se bater palmas com mais força, produzirá sons mais intensos.





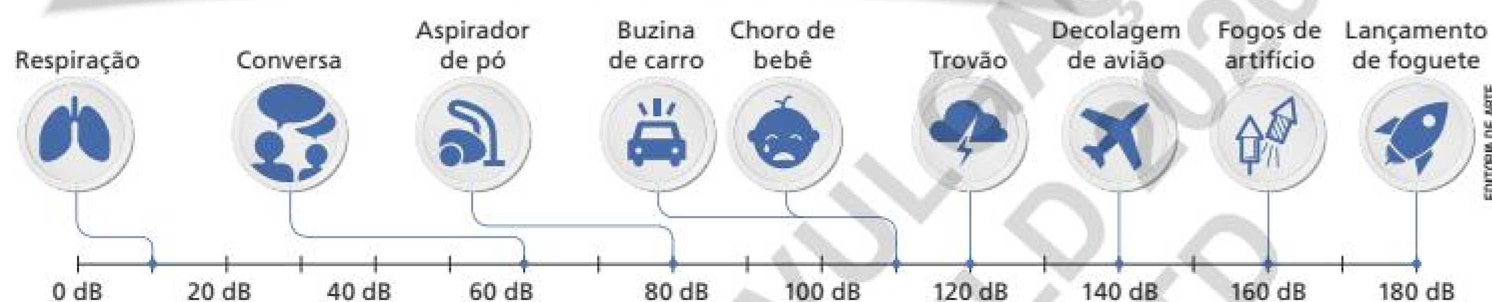
A intensidade do som diminui conforme ele se propaga para longe da fonte. Quem está perto da pessoa que gritou, escuta o grito em uma intensidade mais alta; quem está afastado, escuta um som mais fraco.

No Sistema Internacional de Unidades, a intensidade sonora é medida em bels (B); para as situações cotidianas, porém, utiliza-se mais o **decibel** (dB), que corresponde a um décimo de bel. A exposição a ruídos de intensidade elevada é prejudicial à saúde do nosso sistema auditivo e pode levar a perdas graduais da audição ou mesmo a lesões irreversíveis. Na legislação trabalhista brasileira, são consideradas **insalubres** as atividades com exposição a ruído acima de determinados limites de intensidade e tempo, como mostra o quadro. Acima desses limites, é grande o risco de lesão auditiva irreversível.

Insalubre: capaz de prejudicar a saúde.

Intensidade do som	Limite diário de tempo
85 dB	8 horas
95 dB	2 horas
100 dB	1 hora
105 dB	30 minutos
110 dB	15 minutos
115 dB	7 minutos

Fonte: BRASIL. Ministério do Trabalho. **NR 15 – Atividades e operações insalubres**: anexo I: limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR15/NR15-ANEXO1.pdf>. Acesso em: 9 out. 2018.



Intensidade aproximada de alguns sons cotidianos.

Fonte: CENTER FOR HEARING AND COMMUNICATION. **Common environmental noise levels**. Disponível em: <http://chchearing.org/noise/common-environmental-noise-levels/>. Acesso em: 9 out. 2018.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

A explicação sobre a intensidade do som pode ser complementada com uma demonstração bastante simples. No centro de uma bacia com água, deixar cair um objeto denso, como uma bola de gude ou uma pedra. É possível ver as ondas que se propagam para longe do ponto de origem. Reparar que a amplitude das ondas diminui conforme elas se afastam do ponto de origem, ao mesmo tempo que o raio delas aumenta. Esse fenômeno é mais evidente em uma piscina ou em outro corpo de água grande. O som, assim como essas ondas, se propaga para longe do ponto de origem. Enquanto as ondas na água se propagam apenas na superfície, ou seja, em um plano, as ondas sonoras se propagam em todas as direções. Para fazer uma analogia, é possível dizer que as ondas na superfície da água se propagam em círculos concêntricos, enquanto o som se propaga em esferas concêntricas. À medida que as ondas sonoras se afastam da origem, elas se espalham por um volume maior e a intensidade delas diminui. Por esse motivo, o volume do som diminui à medida que nos afastamos da fonte.

O risco que ruídos de intensidade elevada apresentam para a saúde auditiva é proporcional à intensidade do som e ao tempo de exposição a ele. Chamar atenção dos estudantes para o fato de que, na tabela apresentada, um aumento de 5 decibéis na intensidade de um determinado som implica reduzir pela metade o tempo limite diário de exposição a ele. Esses parâmetros são importantes para preservar a saúde de trabalhadores que atuam em ambientes ruidosos, como fábricas ou canteiros de obra, por exemplo.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Acompanhar os alunos na leitura da imagem que mostra a produção da voz. A nossa garganta funciona de maneira similar a um instrumento de sopro: a passagem do ar faz vibrar as pregas vocais (antigamente chamadas cordas vocais), que vibram e transferem essa vibração para o ar, produzindo as ondas sonoras. Dessa forma, as pregas vocais atuam como a membrana ou palheta de instrumentos de sopro. A nossa voz sofre influência ainda de movimentos da língua, dos maxilares e de outras estruturas. Para exemplificar como a produção da voz, uma atividade tão rotineira, é na realidade uma ação que exige a coordenação de diversos músculos do corpo, apresentar para a turma o vídeo abaixo, que mostra uma ressonância magnética em tempo real de um cantor lírico cantando.

PARA SABER MAIS: ALUNO

- Vídeo: **Ressonância magnética de cantor lírico cantando**. Produzido por: Merkur, 2016. Disponível em: <http://livro.pro/im94ph>. Acesso em: 10 nov. 2018.

Timbre

Ao ouvir uma música, é possível distinguir os instrumentos apenas pelos sons que cada um produz. Isso se deve ao **timbre**, característica que permite diferenciar dois sons de mesma altura, mas produzidos por fontes diferentes. As diferenças de timbre existem porque o som produzido por cada instrumento musical é resultado da combinação de diversas ondas sonoras diferentes.



Cada pessoa tem um timbre de voz, e é por isso que conseguimos reconhecê-las apenas usando a audição. Na fotografia, grupo do Zimbabué cantando em Bath (Inglaterra), 2009.

Quando uma nota é soprada na flauta doce, por exemplo, o ar passa por dentro do tubo do instrumento produzindo vibrações de várias frequências diferentes, que se somam e dão origem a uma **onda resultante**. A mesma nota, tocada em um violino, faz a corda e o corpo do instrumento vibrarem, originando um conjunto de ondas sonoras diferentes daquele que a flauta produz; a onda resultante, consequentemente, será diferente.





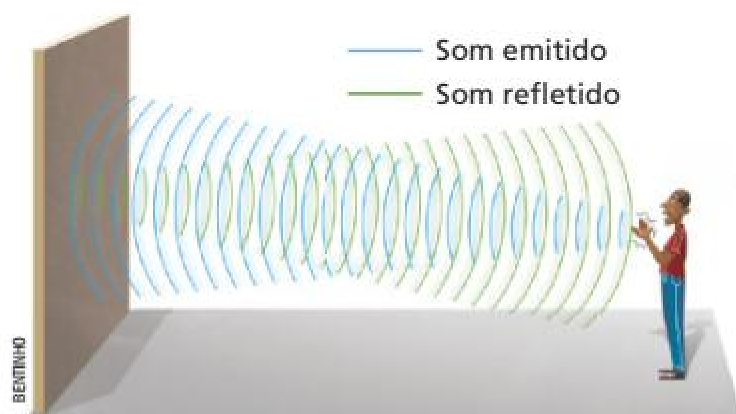
Representação simplificada da produção da voz. As pregas vocais são estruturas formadas por tecido muscular e localizam-se na laringe. Quando falamos, o ar que passa pela laringe faz as pregas vocais vibrarem, emitindo som.

O eco

Quando as ondas sonoras atingem uma superfície, parte delas é absorvida e parte é **refletida** de volta. Isso pode originar o **eco**, fenômeno que ocorre quando ouvimos o mesmo som duas vezes, uma após a outra. Se você bater palmas em um salão grande e vazio, por exemplo, algumas das ondas sonoras que partem das suas mãos chegam diretamente ao seu sistema auditivo. Outra parte viaja até encontrar uma superfície rígida e ser refletida, chegando a você algum tempo depois das primeiras. Se a diferença de tempo entre os sons for de pelo menos 0,1 segundo, nosso cérebro os interpreta como dois sons separados. Se a diferença for menor que isso, o eco não ocorre – os dois sons são percebidos como um só.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

[...]
Um instrumento musical é caracterizado por sua extensão de alturas e de níveis de intensidade e pela qualidade sonora ou timbre dos sons produzidos por ele. [...] Dentre eles, o timbre é o que apresenta maior complexidade na medição e na especificação dos parâmetros envolvidos na sua percepção. O conceito abstrato aparentemente simples de timbre refere-se comumente à cor ou à qualidade do som. É percebido a partir da interação de inúmeras propriedades estáticas e dinâmicas do som, agregando não apenas um conjunto extremamente complexo de atributos auditivos, mas também uma enorme gama de fatores que traduzem aspectos psicológicos e musicais. Sua definição oficial pela ASA (*American Standard Association*) o dissocia dos conceitos de inten-



Representação simplificada da formação do eco. As ondas sonoras encontram um anteparo e são refletidas.

Muitos animais, como golfinhos e morcegos, utilizam essa propriedade do som para localizar obstáculos, parceiros e possíveis presas — é a chamada **ecolocalização**. De maneira simplificada, esse sistema funciona assim: o animal emite um som, geralmente de alta frequência, e seu sistema auditivo analisa as ondas sonoras que foram refletidas. Com isso, ele consegue distinguir a distância de um obstáculo e seu tamanho, por exemplo. Esse mesmo princípio é utilizado em equipamentos como sonares e aparelhos de ultrassom.



Representação simplificada da ecolocalização de um morcego.



O sonar é um dispositivo instalado em embarcações que permite determinar a distância até o fundo ou até um cardume de peixes, por exemplo. Ele emite ultrassons e avalia as ondas que retornam, de modo similar ao que os morcegos fazem.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

sidade e altura: "atributo do sentido auditivo em termos do qual o ouvinte pode julgar que dois sons similarmente apresentados com a mesma intensidade e altura, são dissimilares" [...]. As variações de timbre são percebidas, por exemplo, como agrupamentos de sons tocados por um mesmo instrumento musical, ou falados por uma mesma pessoa, mesmo que estes sons possam ser bem distintos entre si, de acordo com sua altura, intensidade ou duração.

De fato, o conceito de timbre tem sido sempre relacionado com sons de instrumentos musicais ou de voz e é neste âmbito que a maioria das pesquisas em timbre têm se desenvolvido [...]. Estes trabalhos identificaram inúmeros fatores que formam o que podemos chamar de percepção do timbre, tais como: o volume do som (intensidade percebida); o envelope de amplitude (evolução da intensidade global), cuja parte inicial (ataque) pode assumir especial importância na discriminação do timbre de um instrumento musical dependendo da duração do som; flutuações de alturas e intensidades devido a vibratos ou trêmolos; estruturas dos formantes, que assumem maior importância na percepção de sons vocais; distribuição espectral (amplitudes das frequências dos componentes espectrais); evolução temporal da distribuição espectral. Devido à característica multidimensional deste atributo, a identificação da contribuição de cada um destes fatores concorrentes tem sido a principal questão levantada por pesquisas psicoacústicas sobre a percepção do timbre, que vêm se desenvolvendo desde o início do século.

[...]

LOUREIRO, Maurício Alves; PAULA, Hugo Bastos de. Timbre de um instrumento musical: caracterização e representação. **Revista acadêmica de música**, 2006. Disponível em: <http://www.musica.ufmg.br/permusi/port/numeros/14/num14_cap_05.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

O eco é um fenômeno que desperta a curiosidade das pessoas. Analisar a ilustração correspondente com os alunos e verificar se eles identificam que as ondas sonoras estão representadas apenas parcialmente, para fins didáticos. Relembrá-los de que o som se propaga em todas as direções, tridimensionalmente. Para fins didáticos, as ondas refletidas estão representadas em cor diferente das ondas emitidas.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ATIVIDADES

1. Os sons são ondas mecânicas e, ao se propagarem, provocam a vibração do meio. Os sons de alta intensidade transportam mais energia e, consequentemente, podem produzir vibrações mais perceptíveis nas janelas.

2. a) A mais aguda é a nota Si, que possui maior frequência (493,88 Hz). A mais grave é a Dó, de menor frequência (261,63 Hz).

b) À intensidade.

c) Porque cada instrumento tem um timbre próprio.

3. a) No intervalo de 0,1 s, o som percorre 34 m. Considerando que essa é a soma da distância que ele deve percorrer na ida e na volta, a distância entre a pessoa e o anteparo deve ser metade desse valor, isto é, 17 m.

b) Como o som se propaga mais rápido na água que no ar, a distância entre a pessoa e o anteparo deve ser maior para que os dois sons atinjam a membrana timpânica com intervalo de 0,1 s.

4. Animais que usam ecolocalização emitem sons e analisam o eco produzido para localização de obstáculos; quanto mais rápido o eco retorna, mais próximo está o obstáculo. Ecobatímetros funcionam pelo mesmo princípio: são emitidos ultrassons que atingem o fundo e retornam, sendo captados pelo aparelho. A análise do intervalo entre a emissão e o retorno do som permite estimar a distância do fundo.

5. A frequência do som produzido pelas unhas riscando a lousa varia entre 2000 Hz e 4000 Hz. Dentro dessa faixa algumas frequências são amplificadas devido à anatomia do canal auditivo. Além disso, o aspecto psicológico parece ter algum papel na percepção do som como desagradável. Esse tipo de fenômeno é estudado por um ramo da ciência denominado psicoacústica.

ATIVIDADES

NÃO ESCREVA NO LIVRO.

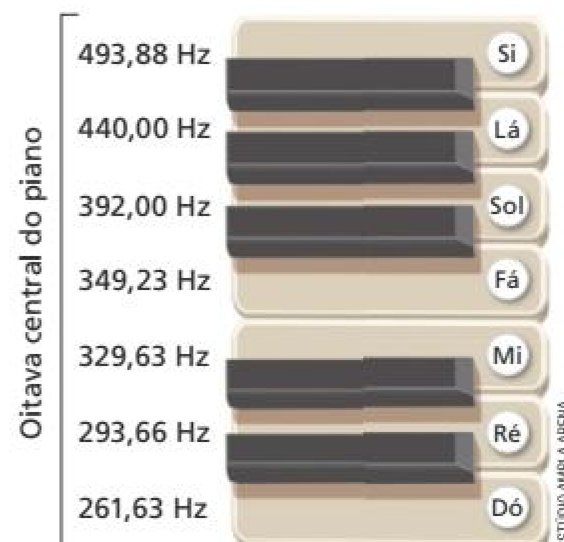
1. O som produzido por equipamentos muito potentes pode fazer janelas vibrarem. Por que isso ocorre?

2. As notas musicais diferem entre si por suas frequências. A imagem representa as teclas correspondentes à oitava central do piano, com as respectivas notas e suas frequências. Com base nelas, responda às questões.

a) Qual é a nota mais aguda? E a mais grave?

b) Se uma tecla é pressionada com mais força, o som produzido pode ser ouvido a distâncias maiores. A que propriedade do som isso corresponde?

c) Por que é possível distinguir entre o som de um piano e o de outros instrumentos?



Fonte: IAZETTA, F. **Tabela de frequências, períodos e comprimentos de onda**. Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/prof/iazzetta/tutor/acustica/introducao/tabela1.html>. Acesso em: 9 out. 2018.

3. Nosso sistema auditivo só consegue detectar o eco se os dois sons chegarem à membrana timpânica com um intervalo mínimo de 0,1 s entre eles. Considerando a velocidade do som no ar igual a 340 m/s, responda:

a) Para ouvir o eco, qual é a distância mínima à qual uma pessoa deve estar do anteparo onde o som é refletido?

b) Para ouvir o eco dentro da água, a distância entre a pessoa e o anteparo deve ser maior, igual ou menor do que na resposta anterior? Explique.

4. Como funciona a ecolocalização dos animais? Como isso se relaciona com o funcionamento do ecobatímetro usado em embarcações?

5. A maioria das pessoas sente incômodo ao ouvir o som de uma lousa sendo arranhada pelas unhas. Em duplas, pesquisem em livros ou na internet sobre o assunto e procurem saber:

- Qual é a frequência desse som?
- Alguma característica do nosso sistema auditivo colabora para produzir essa sensação desagradável?
- Existem outros ruídos que provocam essa sensação?



PATRICK BYRD/ALAMY/FOTOARENA

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

138

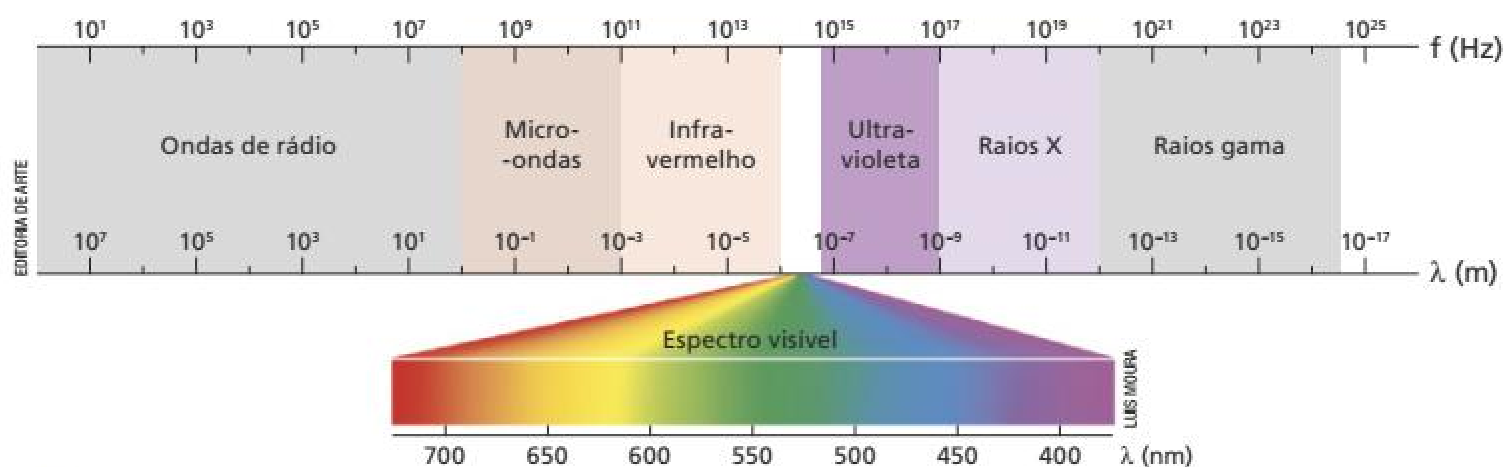
Ondas eletromagnéticas

A luz visível, o infravermelho, os raios ultravioleta, os raios X são exemplos diferentes de um mesmo tipo de fenômeno, as **ondas eletromagnéticas**. Diferentemente do som, as ondas eletromagnéticas são transversais e podem se propagar no vácuo. A origem delas também é diferente: são formadas pela oscilação de cargas elétricas, como os elétrons.

No vácuo, todas as ondas eletromagnéticas se deslocam com a mesma velocidade, conhecida como **velocidade da luz**, aproximadamente 3×10^8 m/s (300 000 km/s).

Assim como existe um espectro sonoro, existe um **espectro eletromagnético**, representado na figura a seguir. Note que a fração que enxergamos – chamada **espectro visível** – é relativamente pequena comparada com o espectro completo, correspondendo aproximadamente à faixa com frequência entre 430 **THz** e 770 THz. Em termos de comprimento de onda, o espectro visível compreende ondas entre 390 **nm** e 700 nm.

THz: símbolo de terahertz; equivale a um trilhão de hertz (10^{12} Hz).
nm: símbolo de nanômetro; equivale a um bilionésimo de metro (10^{-9} m).



Representação do espectro eletromagnético. Note que, quanto maior a frequência, menor é o comprimento de onda.

Fonte: SEARS, F.; ZEMANSKY, M. **Física**. São Paulo: Addison-Wesley, 2009.

TUULIJUMALA/SHUTTERSTOCK.COM

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

O estudo do espectro eletromagnético permite ao estudante classificar as radiações eletromagnéticas por suas frequências, fontes e aplicações, e discutir suas utilizações para diversas finalidades. Esse trabalho contribui para o desenvolvimento da **habilidade EF09CI06**.

Após a leitura do texto, pedir aos estudantes que comparem as características do som e das ondas eletromagnéticas. Esse momento pode ser utilizado para retomar o significado das diferentes classificações de ondas, como mecânicas e eletromagnéticas, transversais e longitudinais, entre outros conceitos.

A formação de ondas eletromagnéticas remete a assuntos que foram vistos brevemente na Unidade 3. De maneira simplificada, quando um elétron recebe energia, fica em um estado excitado e passa para uma camada mais externa da eletrosfera. Ao retornar à camada original, o elétron libera um fóton. A física quântica explica que as radiações eletromagnéticas têm uma natureza dupla, portando-se tanto como onda quanto como partícula. Por envolver conceitos que estão além do que os alunos nessa faixa etária normalmente dominam, a formação de ondas eletromagnéticas não é explorada a fundo, como é feito com as ondas mecânicas. Uma proposta para abordar esse assunto por meio de uma interessante atividade prática é apresentada no artigo indicado a seguir.

Dedicar um tempo para analisar com a turma a imagem que representa o espectro eletromagnético. Chamar atenção para o fato de que, assim como na imagem que mostra o espectro sonoro, a escala aqui é logarítmica. Esse espectro inclui ondas com frequência que varia de 10 hertz até 10 septilhões de hertz (10^{25}Hz). O espectro que conseguimos enxergar é uma fração minúscula, compreendida entre 430 THz e 770 THz. Isso não significa, porém, que as outras faixas do espectro não interajam com nosso corpo. Pedir aos alunos que expliquem o que sabem sobre as outras faixas do espectro. É possível que eles relacionem o infravermelho ao aquecimento, em função dos estudos sobre calor e sobre efeito estufa, em anos anteriores. O perigo que os raios ultravioleta representam para a saúde também foi discutido em anos anteriores.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Artigo: Discutindo a natureza ondulatória da luz e o modelo da óptica geométrica através de uma atividade experimental de baixo custo. SOUZA, L.A. et al. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 2015. Disponível em: <http://livro.pro/4umaaj>. Acesso em: 10 nov. 2018.

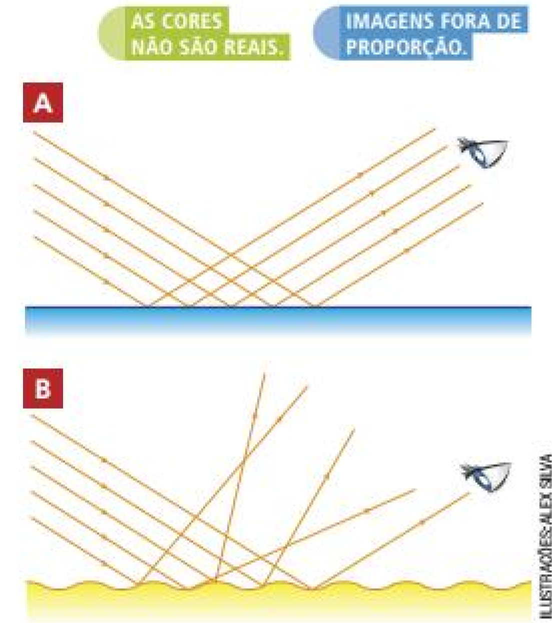
Reflexão

AS CORES NÃO SÃO REAIS. IMAGENS FORA DE PROPORÇÃO.

Assim como as ondas sonoras podem ser refletidas ao atingir uma superfície, o mesmo pode ocorrer com as ondas eletromagnéticas. Dependendo da superfície, a reflexão pode ser regular ou difusa. Vamos analisar exemplos que envolvem a luz visível.

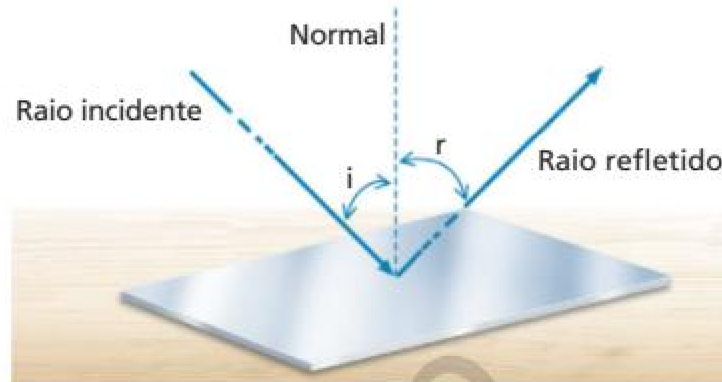
Ao incidir sobre superfícies planas e lisas, como espelhos ou metais polidos, os raios luminosos sofrem **reflexão regular**, isto é, são refletidos de maneira ordenada. É por esse motivo que conseguimos visualizar nitidamente os reflexos em um espelho.

A **reflexão difusa** ocorre quando os raios luminosos incidem sobre superfícies irregulares, como uma parede ou as páginas deste livro. Nesse caso, eles são refletidos em direções diferentes, de maneira desordenada. Por esse motivo, não conseguimos enxergar reflexos olhando para uma parede pintada.



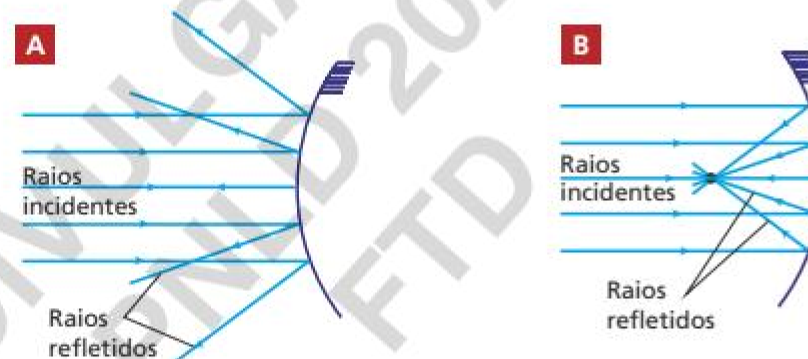
Representação simplificada do comportamento dos raios luminosos durante a reflexão regular (**A**) e a reflexão difusa (**B**).

Na reflexão, o raio de luz é refletido com o mesmo ângulo que ele incidiu sobre a superfície. Imagine uma reta perpendicular à superfície de um espelho, que o atravessa exatamente no ponto em que o raio de luz incide. O ângulo que o raio incidente forma com essa reta é igual ao ângulo que o raio refletido forma com ela.



A normal é uma reta perpendicular ao espelho que cruza o ponto onde o raio luminoso é refletido. Na reflexão, o ângulo *i* que o raio incidente forma com a normal é igual ao ângulo *r*, entre o raio refletido e a normal.

Em espelhos planos, as imagens refletidas não alteram a forma nem o tamanho dos objetos, ao contrário do que ocorre em espelhos esféricos. Nos **espelhos convexos**, por exemplo, as imagens refletidas são menores que os objetos reais. Já os **espelhos côncavos** são capazes de produzir imagens refletidas maiores que os objetos reais, desde que o espelho esteja suficientemente próximo deles.



Representação simplificada da reflexão em espelho convexo (**A**) e côncavo (**B**).

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

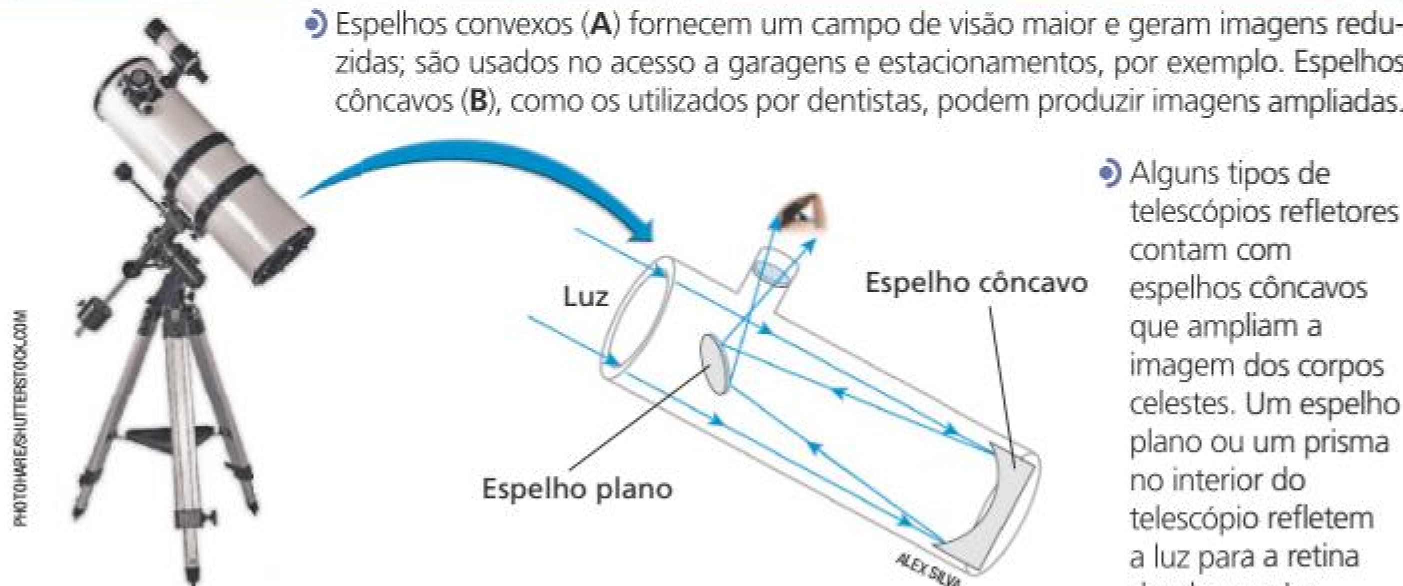
A natureza e o comportamento da luz são estudados há muito tempo. Na Grécia antiga, uma das teorias mais aceitas por volta do século V a.C. afirmava que a luz era composta de partículas emitidas pelos olhos, que atingiam os objetos e os iluminavam. Essa ideia, que já havia sido refutada por Aristóteles no século IV a.C., pode estar presente nas concepções alternativas de muitas pessoas quanto à natureza da luz e ao funcionamento da visão. A visão de raio X do *Superman*, por exemplo, tem um funcionamento que parece baseado nessa concepção: o herói emite feixes de raio X dos seus olhos e estes revelam o que há atrás de paredes ou outros corpos. Comentar esse exemplo com os estudantes e questionar se eles consideram que essa possibilidade é plausível. Analisar as respostas para avaliar a compreensão dos estudantes acerca do comportamento da luz e do funcionamento da nossa visão.

A partir de questões como "Por que não conseguimos enxergar no escuro?" e "Quais são as diferenças entre ler em uma tela de computador e uma página de livro impresso?", encaminhar a conversa para que os alunos compreendam que nós só conseguimos enxergar um objeto quando nossos olhos captam a luz que foi emitida (corpos luminosos) ou refletida (corpos iluminados) por ele. Feito isso, convém explicar que os raios X atravessam uma grande variedade de materiais sem serem refletidos, e que por isso a visão de raio X do *Superman* seria inconsistente tecnicamente.

A maneira como os espelhos esféricos refletem a luz possibilita uma vasta gama de utilizações para eles. Espelhos convexos, por exemplo, fornecem um campo de visão bastante amplo e são utilizados em situações que exigem a visualização de uma área grande. Espelhos côncavos, por outro lado, são usados em situações que exigem a ampliação da imagem para destacar detalhes.



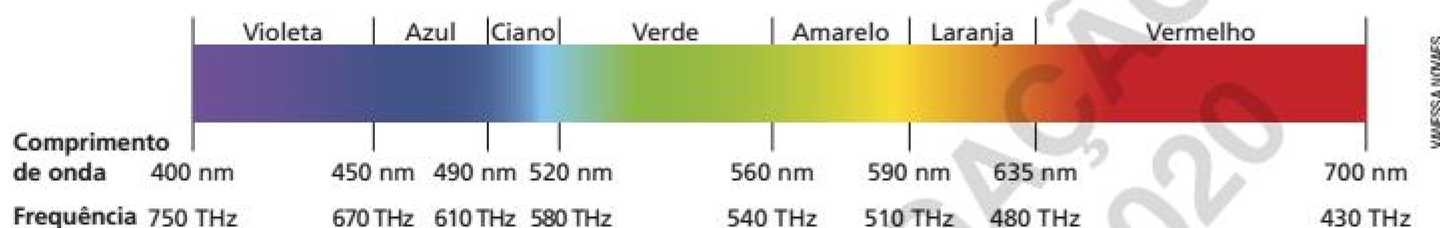
Espelhos convexos (**A**) fornecem um campo de visão maior e geram imagens reduzidas; são usados no acesso a garagens e estacionamentos, por exemplo. Espelhos côncavos (**B**), como os utilizados por dentistas, podem produzir imagens ampliadas.



Alguns tipos de telescópios refletores contam com espelhos côncavos que ampliam a imagem dos corpos celestes. Um espelho plano ou um prisma no interior do telescópio refletem a luz para a retina do observador.

Percepção das cores

Ao longo do espectro visível, ondas com diferentes comprimentos são percebidas pelas pessoas com visão normal como **cores** diferentes. As ondas luminosas de menor comprimento estão na faixa do violeta; aquelas com maior comprimento correspondem aos tons de vermelho. A figura a seguir apresenta uma escala aproximada das cores e comprimentos de onda correspondentes.



Representação aproximada de comprimentos de onda e frequência referentes às cores do arco-íris.

Fonte: BOHREN, C. F.; CLOTHIAUX, E. E. **Fundamentals of Atmospheric Radiation**: An Introduction with 400 Problems. Weinheim: Wiley-VCH, 2006.

A retina do olho humano possui dois tipos principais de células, que captam os estímulos luminosos e geram sinais que são transmitidos ao cérebro: os **bastonetes**, relacionados à percepção da intensidade luminosa (claro e escuro), e os **cones**, relacionados à percepção de cores.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Se possível, levar exemplos de espelhos côncavos e convexos para os alunos analisarem. Esses materiais podem ser obtidos em lojas especializadas em produtos de beleza ou em grandes papelarias, por exemplo. A possibilidade de manipular e investigar livremente esses dispositivos cria condições para que os alunos desenvolvam noções intrínsecas sobre o funcionamento e suas possibilidades de aplicação. Essa abordagem favorece a aprendizagem significativa e estimula o interesse dos estudantes pelo processo de aprendizagem.

Outra forma de abordar o tema é a partir de ilusões de óptica criadas a partir de espelhos. Esse é um assunto que fascina e desperta a curiosidade, mobilizando a atenção dos estudantes para o assunto. O artigo sugerido a seguir propõe uma sequência didática que desenvolve essa abordagem com alunos do Ensino Médio e pode servir de ponto de partida para o planejamento da aula. Alguns exemplos de ilusão de óptica com espelhos são apresentados nas matérias indicadas em seguida.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Artigo: Ilusões de óptica nas aulas de física do nível médio: aplicação e resultados. ARAUJO, David Henrique da Silva et al. **Física na Escola**, 2017. Disponível em: <http://livro.pro/3oh9i7>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- Matéria: Objetos 'mudam de forma' diante do espelho em nova ilusão de ótica. **Extra**, 2016. Disponível em: <http://livro.pro/8jzcip>. Acesso em: 10 nov. 2018.

Existem três tipos de cones, e cada um deles é mais sensível a um comprimento de onda: 700 nm, 550 nm ou 450 nm. Esses comprimentos de onda correspondem, respectivamente, às três **cores primárias**: vermelha, verde e azul.

Todas as demais cores são formadas por combinações das cores primárias. Ondas luminosas com comprimento de 600 nm, por exemplo, podem estimular tanto os cones mais sensíveis ao verde quanto aqueles sensíveis ao vermelho. No cérebro, essa informação é interpretada como a cor amarela. Da mesma maneira, quando a retina recebe simultaneamente ondas correspondentes ao verde (550 nm) e ao vermelho (700 nm), o cérebro interpreta a cor amarela. O **branco** é percebido quando os três cones são estimulados.



A resolução dos aparelhos de TV é medida em *pixels*. Um *pixel* é formado por três pontos luminosos, correspondentes às cores primárias: vermelha, verde e azul. Os pontos luminosos podem estar apagados ou acesos com intensidades diferentes, o que permite reproduzir uma infinidade de cores.

Os materiais interagem com a luz de maneiras distintas. Certos materiais absorvem mais determinados comprimentos de onda, enquanto outros refletem. A cor de um objeto, portanto, é determinada pelos comprimentos de onda que ele é capaz de refletir.

Suponha que uma maçã seja iluminada por luz branca, composta de ondas de todo o espectro visível. A superfície dessa maçã absorve ondas de diversos comprimentos, mas reflete a maioria das ondas na faixa do vermelho. Como resultado, nosso cérebro interpreta que a maçã é vermelha. Objetos brancos refletem as três cores primárias, enquanto objetos pretos não refletem nenhuma.



DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Representação simplificada da reflexão da luz branca, composta de ondas de todo o espectro visível.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

[...]

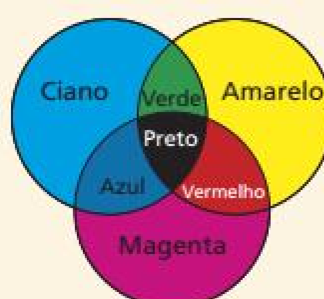
As células da retina capazes de discriminar frequências luminosas (e, portanto, enxergar cores) são os cones. Temos três tipos de cones; cada um deles possui substâncias fotorreceptoras com pico de sensibilidade em uma região do espectro, [...]

O cérebro recebe as informações elétricas dos 3 tipos de cones e interpreta-as em uma "cor". Poderíamos representar a chegada da informação elétrica ao cérebro como "cone L 50%, cone M 40%, cone C 10%". Se uma frequência luminosa amarela ($\lambda = 570$ nm) atinge a retina, ela sensibiliza os cones (L e M) em proporções tais que o cérebro interpreta a resultante como "amarelo". No entanto, podemos ter idêntica sensação visual se, em vez de luz amarela, a retina receber frequências vermelha e verde em intensidades que obtenham o mesmo estímulo em cada cone. É por isso que dizemos que a adição das luzes vermelha e verde resulta na cor amarela.

[...]

Já para objetos que não são fontes de luz, a explicação das cores é um pouco diferente. Nesses objetos, a cor é geralmente produzida por absorção. Por exemplo, se na incidência de luz branca um objeto absorve a luz da faixa vermelha do vermelho, a cor percebida pelo olho será a combinação do espectro que restou na reemissão. Dessa forma, essa luz reemitida sensibiliza ao máximo os cones C e M - resultando a cor ciano [...]. Analogamente, se um objeto absorve a luz da faixa do azul, a cor percebida será amarela (cones L e M sensibilizados ao máximo e cone C pouco sensibilizado).

Devido a esse fenômeno de absorção, temos outro conjunto de cores primárias, as chamadas cores primárias de absorção ou da tinta, em que cada cor refere-se à absorção de uma região (cerca de 1/3) do espectro. Dessa forma, percebemos que as cores primárias de absorção são exatamente as cores secundárias de emissão, e vice-versa, conforme ilustrado [...].



SCARINCI, Anne L.; MARINELI, Fábio. O modelo ondulatório da luz como ferramenta para explicar as causas da cor. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172014000100009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 10 nov. 2018.

Dependendo da maneira como são iluminados, os objetos apresentam aspectos diferentes. Esse recurso é usado na arquitetura e no *design* de interiores para produzir sensações ou destacar elementos, por exemplo. Lâmpadas branco-amareladas produzem a chamada "luz quente", utilizada para criar uma sensação de aconchego no ambiente. Lâmpadas branco-azuladas produzem "luz fria", utilizada em ambientes que requerem mais atenção, como hospitais e cozinhas.



A cor com que percebemos os objetos depende da luz que os ilumina. (**A**) Restaurante iluminado com "luz quente", na qual predominam ondas na faixa do vermelho. (**B**) Sala de cirurgia iluminada com "luz fria", na qual predominam ondas na faixa do azul.

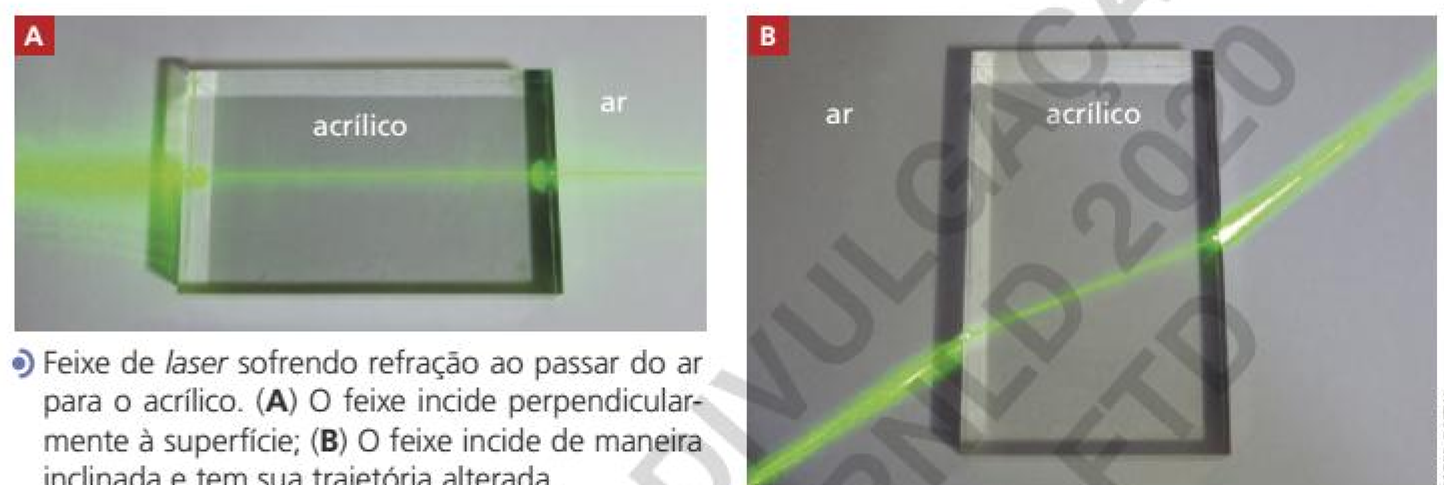
Refração

Quando uma onda eletromagnética passa de um meio de propagação para outro, sua velocidade é alterada, fenômeno denominado **refração**. Vamos analisar o que ocorre com a luz.

Se um raio luminoso que atravessa o ar incide perpendicularmente à superfície de um bloco de acrílico, sua velocidade é reduzida. Se o ângulo de incidência não for perpendicular, além de ter a velocidade reduzida, a luz tem a trajetória alterada. Esse fenômeno também ocorre quando a luz passa do ar para o vidro ou para a água. É por isso que um canudo parece "quebrado" quando está mergulhado em um copo de água.



A refração que ocorre quando a luz passa do ar para o vidro e para a água faz o canudo parecer "quebrado".



Feixe de *laser* sofrendo refração ao passar do ar para o acrílico. (**A**) O feixe incide perpendicularmente à superfície; (**B**) O feixe incide de maneira inclinada e tem sua trajetória alterada.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

O uso da iluminação como recurso para a ambientação de estabelecimentos comerciais, residências e outras edificações fornece um exemplo prático e concreto de como o conhecimento sobre a interação da luz com a matéria é útil. Pedir aos alunos que citem exemplos de estabelecimentos conhecidos por eles, como escolas, hospitais, mercados, parques de diversão e outros, e comentem como é a iluminação nesse local. Orientar a conversa por perguntas como: A iluminação nesse local é mais "fria"? Mais "quente"? Que sensações esses ambientes transmitem? Que papel a iluminação desempenha nesses locais? Se a iluminação fosse diferente, que efeitos isso acarretaria?

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Artigo: O modelo ondulatório da luz como ferramenta para explicar as causas da cor. SCARINCI, Anne L.; MARINELI, Fábio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 2014. Disponível em: <http://livro.pro/xfyqzy>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- Artigo: Thomas Young e o resgate da teoria ondulatória da luz: Uma tradução comentada de sua *Teoria Sobre Luz e Cores*. MOURA, Breno Arsioli. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 2015. Disponível em: <http://livro.pro/4kjgvf>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- Texto: **Cor: luz ou pigmento?** DELECAVE, Bruno. Disponível em: <http://livro.pro/irmttw>. Acesso em: 10 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Analisar as imagens e o texto da página com os alunos e certificar-se de que eles compreendem que a cor de um objeto depende não apenas da interação da sua superfície com a luz, mas também da fonte de luz que o ilumina. Uma investigação experimental desse tema é proposta na atividade **6**; a decomposição da luz do Sol é tema da atividade **3**, e a interação das cores primárias é investigada na atividade **2**, todas da seção **Mergulho no tema**.

O tema da percepção de cores propicia uma ampla gama de atividades práticas, cuja realização favorece o desenvolvimento significativo dos conceitos pelos estudantes. As atividades propostas podem ser empregadas como recursos para despertar a curiosidade dos estudantes, seguindo-se do estudo formal do conteúdo para sanar as dúvidas surgidas durante sua execução.

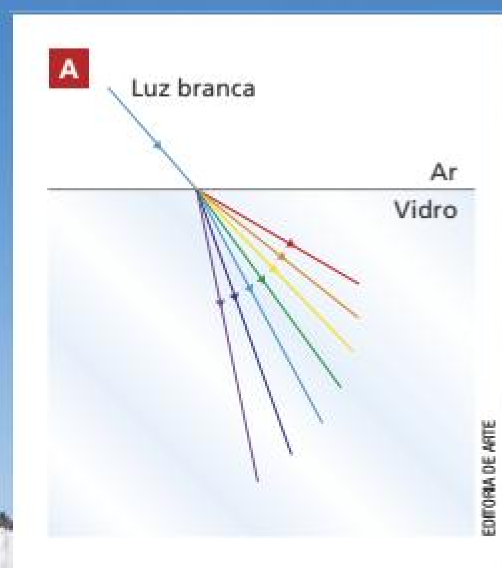
ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

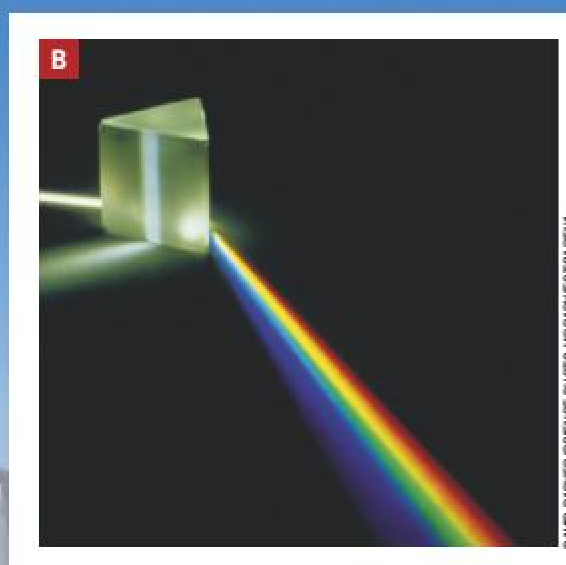
O estudo sobre a decomposição da luz branca é necessário para o desenvolvimento da **habilidade EF09CI04**. A refração pode ser investigada experimentalmente na atividade **3**, da seção **Mergulho no tema**. Essa abordagem desperta a curiosidade dos estudantes pelo assunto e incentiva-os a participar ativamente do processo de aprendizagem.

Não conseguimos perceber a mudança de velocidade da luz ao passar de um meio para outro, mas é fácil constatar que o ângulo de propagação, isto é, a trajetória dela muda. Se possível, reproduzir as situações mostradas na página com o canudo dentro de um copo de água e com o feixe de *laser* incidindo através de um bloco de acrílico ou vidro transparente. Comentar que a refração da luz faz com que um observador fora da água observe os objetos dentro da água em uma posição que não corresponde à real, chamada posição aparente. Esse efeito pode ser demonstrado com uma bacia cheia de água e uma moeda no fundo: ao esticar a mão rapidamente para pegar a moeda, provavelmente vamos errar a primeira tentativa, pois a posição aparente não corresponde à posição real.

A refração da luz desempenha um papel central na determinação da cor do céu. O artigo sugerido a seguir propõe uma investigação prática desse assunto com alunos de Ensino Médio, mas pode ser adaptada para o 9º ano do Ensino Fundamental, a critério do professor.

Ondas com comprimentos diferentes sofrem refração em ângulos distintos. Quando um feixe de luz branca passa do ar para a água, as ondas com comprimentos diferentes são refratadas em ângulos distintos. Esse fenômeno pode ser demonstrado com um prisma de vidro, como na fotografia a seguir.





(**A**) Ao sofrer refração, a luz branca pode ser dispersa e gerar feixes coloridos. (**B**) Isso pode ser observado quando um feixe de luz branca incide sobre um prisma.



DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Gotículas de água no ar podem agir como prismas, provocando a dispersão da luz branca. Esse fenômeno é responsável pela formação de arco-íris.

Arco-íris em Foz do Iguaçu (PR), 2010.

144

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Artigo: O azul do céu e o vermelho do pôr do sol. ROCHA, M. N. et al. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 2010. Disponível em: <http://livro.pro/ov4668>. Acesso em: 10 nov. 2018.

ATIVIDADES

NÃO ESCREVA NO LIVRO.

1. Analise as fotografias a seguir e responda às questões explicando o que ocorre com a luz em cada caso.





(**A**) Parque em Goiânia (GO), 2018. (**B**) Poço encantado na Chapada da Diamantina, Nova Redenção (BA).

a) Por que a paisagem aparece duplicada na primeira fotografia?

b) Por que a luz parece fazer uma curva na segunda fotografia?

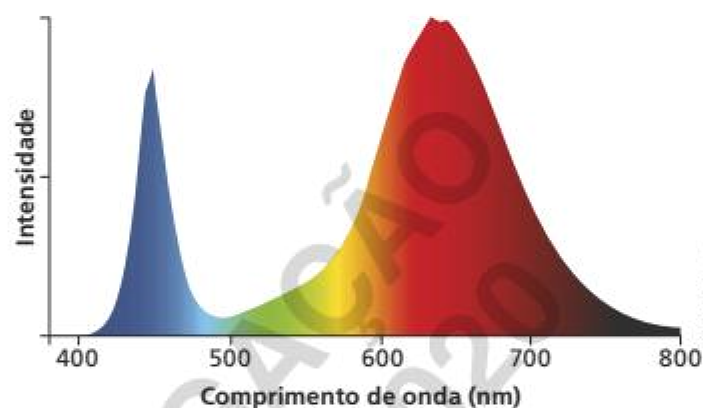
2. Durante tempestades, é possível enxergar um relâmpago, mas ouvir o trovão somente após alguns segundos.

a) Por que isso ocorre? É possível ouvir o trovão antes de enxergar o relâmpago? Explique sua resposta.

b) Considerando a velocidade do som no ar igual a 340 m/s, como você faria para estimar a distância entre o raio e você?

3. A distância média entre o Sol e a Terra é de aproximadamente 149 600 000 km. Levando em conta esse valor, calcule quanto tempo a luz solar demora para chegar à superfície terrestre.

4. O gráfico representa o espectro emitido por uma lâmpada desenvolvida para o cultivo de plantas. Em duplas, analisem o gráfico e respondam:



a) Quais são as principais faixas do espectro que a lâmpada do gráfico emite? Qual deve ser a cor dessa lâmpada?

b) A clorofila, pigmento responsável por absorver a energia solar na fotossíntese, é responsável por conferir a cor verde das plantas. Sabendo disso, ela deve refletir raios luminosos de que faixa do espectro, aproximadamente?

c) Analisem a seguinte afirmação:

"Para favorecer a fotossíntese, a lâmpada de cultivo deve ser verde, da mesma cor que a clorofila."

- **Vocês concordam com essa afirmação? Expliquem sua resposta.**

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ATIVIDADES

1. a) Porque a superfície da água parada é lisa o suficiente para provocar a reflexão regular da luz. Os raios de luz são refletidos de maneira ordenada, com o mesmo ângulo que incidiram sobre a superfície.

b) Porque ocorre refração. A luz, ao passar de um meio para outro, muda de velocidade e, neste caso, muda também de direção.

2. a) A luz do relâmpago se propaga a uma velocidade muito maior que as ondas sonoras do trovão. Em função disso, enxergamos o relâmpago antes de ouvir o trovão, nunca depois.

b) Resposta pessoal. Os alunos podem empregar diferentes estratégias mentais de cálculo; o importante é constatarem que devem medir o intervalo de tempo entre o relâmpago e o trovão e multiplicar esse valor (em segundos) pela velocidade do som. Como a velocidade da luz é muito maior, pode-se considerar que o relâmpago é observado no mesmo momento em que se forma.

3. distância = velocidade · tempo → 149 600 000 km = = 300 000 km/s · tempo

tempo · 499 s (aproximadamente 8 minutos e 31 segundos).

4. a) Ela emite luz principalmente nas faixas correspondentes ao azul e ao vermelho. A cor resultante da combinação dessas faixas é arroxeada.

b) Ela reflete principalmente a faixa correspondente à cor verde, aproximadamente entre 520 nm e 560 nm.

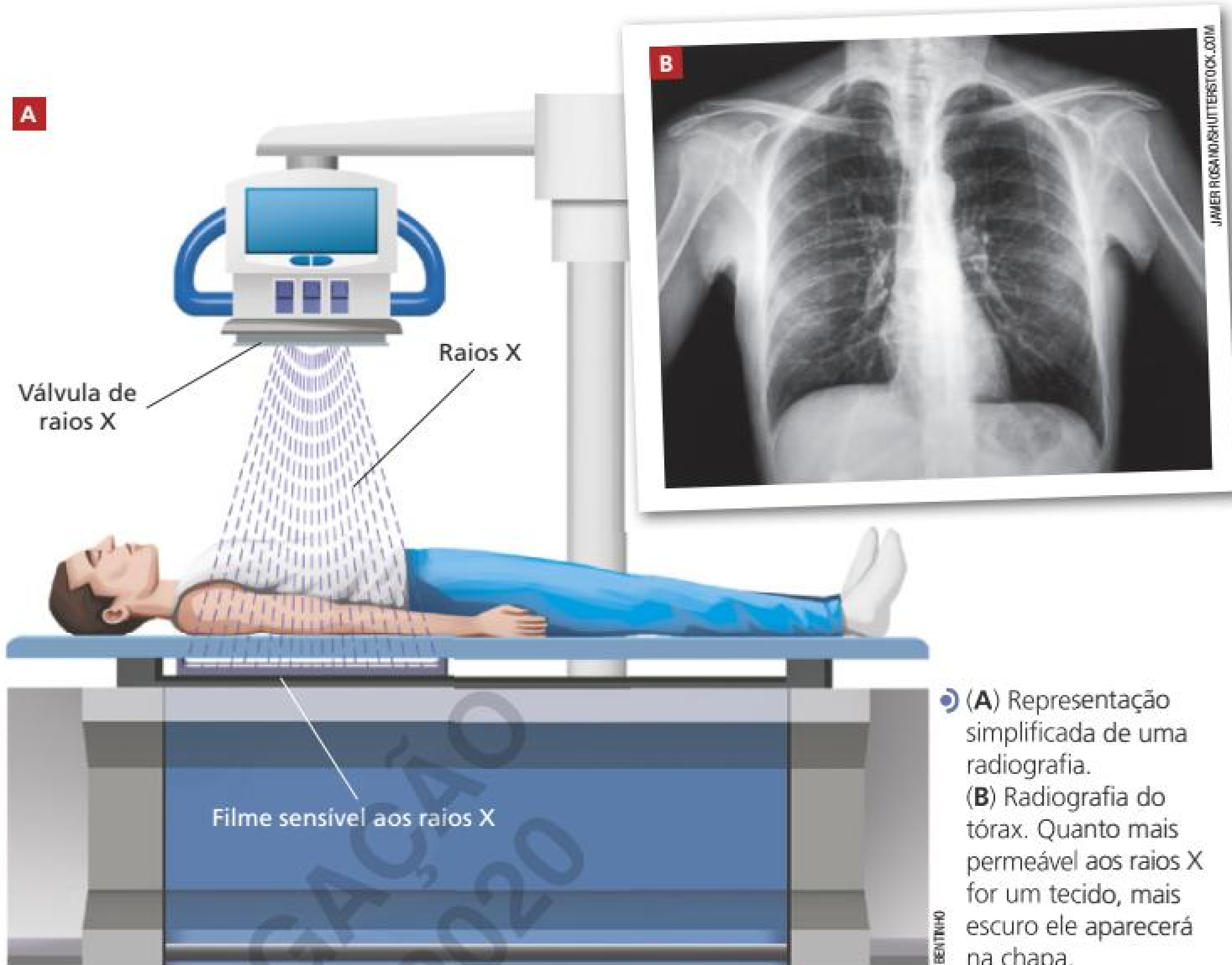
c) Espera-se que os alunos discordem. Como a clorofila reflete a luz verde, a energia luminosa de uma lâmpada que emite apenas luz nesse espectro é pouco absorvida. Nesta situação, praticamente toda a luz que chega na planta acaba sendo refletida.

Aplicações das ondas

O estudo dos fenômenos ondulatórios resultou na criação de diversas tecnologias e produtos, alguns dos quais revolucionaram a maneira como a nossa sociedade vive. Vamos analisar alguns exemplos.

Medicina

Os raios X são radiações eletromagnéticas mais energéticas que a luz visível e atravessam uma variedade maior de materiais. No corpo humano, os raios X atravessam a musculatura e as vísceras com mais facilidade do que atravessam os ossos. Isso permitiu o desenvolvimento da **radiografia**, técnica de diagnóstico utilizada para "enxergar" o corpo por dentro.



(**A**) Representação simplificada de uma radiografia. (**B**) Radiografia do tórax. Quanto mais permeável aos raios X for um tecido, mais escuro ele aparecerá na chapa.

Outra tecnologia de diagnóstico que emprega fenômenos ondulatórios é a **ultrassonografia**, que funciona de maneira análoga à ecolocalização. O equipamento de ultrassom é encostado no corpo do paciente e emite ondas sonoras de alta frequência. O equipamento possui um sensor capaz de detectar as ondas refletidas de volta ao aparelho, e as imagens são produzidas com base nessa informação.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

APLICAÇÕES DAS ONDAS

Nestas páginas são apresentadas aplicações das radiações na medicina diagnóstica e no tratamento de doenças, o que colabora para o desenvolvimento da **habilidade EF09CI07**.

Como forma de reconhecer a importância das tecnologias à base de luz e outras faixas do espectro eletromagnético para a humanidade, a Assembleia Geral das Nações Unidas proclamou 2015 como o Ano Internacional da Luz. Essa data procura homenagear especialmente as tecnologias que contribuem para a promoção do desenvolvimento sustentável e para a busca de soluções globais no campo da energia, educação, agricultura e saúde. O *site* indicado a seguir, dedicado a essa data, traz diversos textos que podem ser consultados para se aprofundar no assunto e planejar as aulas.

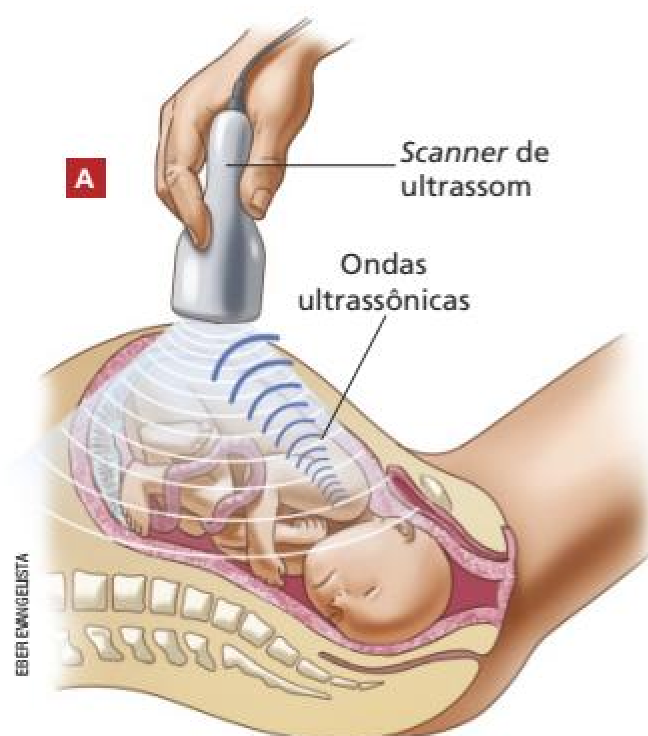
Além de explorar os exemplos fornecidos nestas páginas, pedir aos alunos que listem outros exemplos que conheçam e procurem explicar a participação dos fenômenos eletromagnéticos nessas situações. A atividade **7**, na seção **Mergulho no tema**, permite explorar esse assunto mais a fundo.

[...]

Que a luz é importante para a vida, não precisamos mais convencê-lo. A questão é: além de tudo isto ainda há mais? A resposta é sim, e o número de aplicações das ciências da vida envolvendo luz é praticamente inesgotável. O tópico é tão importante, que recebe um nome para si: biofotônica. Trata-se da interação da luz com células a fim de podermos diagnosticar doenças ou mesmo tratá-las. Todo o fundamento disto já foi fornecido anteriormente ao explicarmos como a luz interage com a matéria, a excitação eletrônica permite depositar calor no tecido biológico, ou mesmo tornar as moléculas mais reativas, alterando o metabolismo natural, ou ainda podemos coletar a luz reemitida pelo tecido biológico e utilizá-lo como uma impressão digital das biomoléculas ali presentes, fato que pode diagnosticar uma doença, como câncer ou outra [...].

De fato, tudo isto é utilizado em muitas situações, a luz interagindo com o sistema biológico muda a reatividade das moléculas alterando o metabolismo. Se esta alteração for feita com sabedoria podemos

A ultrassonografia é empregada, por exemplo, para acompanhar o desenvolvimento do feto durante a gestação ou para investigar o desenvolvimento de tumores. Com o desenvolvimento dessa tecnologia, atualmente é possível gerar imagens bastante nítidas, que permitem inclusive conhecer as feições do feto.





(**A**) Representação simplificada de um procedimento de ultrassonografia em gestante. (**B**) Imagem do feto produzida a partir do ultrassom.

Além das técnicas de diagnóstico, os fenômenos ondulatórios também são usados no tratamento de doenças. A **radioterapia** é um exemplo: nesse método, são aplicados feixes de radiações ionizantes para destruir células tumorais. O tratamento conta com doses pré-calculadas de radiação, com intensidade e duração determinadas. As radiações ionizantes carregam muita energia e, ao interagir com as células, são capazes de desfazer ligações químicas e romper moléculas, provocando a morte da célula ou impedindo que se reproduza.



Paciente realizando radioterapia.



Bebê fazendo tratamento de fototerapia.

A icterícia neonatal é uma condição que afeta entre 60% e 80% dos recém-nascidos de todo o mundo. Ela se caracteriza por deixar a pele, os olhos e a mucosa amarelados, em decorrência do acúmulo de bilirrubina no sangue. Esse pigmento é normalmente liberado pelas hemácias do bebê e metabolizado no fígado; em muitos recém-nascidos, porém, a falta de maturidade do fígado impede que essa metabolização aconteça. O principal tratamento para a icterícia é a **fototerapia**, que consiste em expor o recém-nascido a banhos de luz de determinados comprimentos de onda, capazes de alterar a molécula de bilirrubina e facilitar sua eliminação pelo corpo.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- *Site*: Ano internacional da luz - 2015. Disponível em: <http://livro.pro/mfq2kx>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- Artigo: Luz para o progresso do conhecimento e suporte da vida. BAGNATO, Vanderlei S.; PRATAVIEIRA, Sebastião. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 2015. Disponível em: <http://livro.pro/dij4ka>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- Apostila: **Técnica de diagnóstico por imagens: ressonância magnética nuclear**. RIOS, Eduardo Diaz. Disponível em: <http://livro.pro/6m5z2n>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- Matéria: Veja como o corpo humano funciona através da ressonância magnética. LOUREIRO, Gabriela. **Revista Galileu**, 2014. Disponível em: <http://livro.pro/tzi3rz>. Acesso em: 10 nov. 2018.

acelerar ou retardar reações biológicas que demorariam muito a ocorrer. Desta forma, a chamada fototerapia tem permitido acelerar a cicatrização, aliviar a dor, estimular a regeneração óssea durante fraturas e muitas outras aplicações. Pesquisadores desenvolvem equipamentos específicos para promover, de forma eficiente estas fototerapias, cuja base é uma complexa fotoquímica. Mais recentemente, descobriu-se, inclusive, que uma fototerapia pode contribuir para a otimização da perda de peso durante o exercício físico, redirecionando o metabolismo celular. Esta parte chama-se moto-fototerapia, e deverá ser um grande sucesso num futuro próximo [...].

A luz emitida pelas moléculas também constitui uma excelente forma de saber as características dos tecidos biológicos. Este princípio constitui as bases do chamado fotodiagnóstico. [...]

[...]

BAGNATO, V. S.; PRATAVIEIRA, S. Luz para o progresso do conhecimento e suporte da vida. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172015000400206&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 10 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Telecomunicações

Esta dupla de páginas desenvolve conteúdos sobre os principais mecanismos envolvidos na transmissão e recepção de imagem e som no contexto das telecomunicações, auxiliando o trabalho com a **habilidade EF09CI05**.

O uso intenso de tecnologias de telecomunicação é uma característica da maioria das sociedades atuais. Desde rádios e televisões até os recentes aparelhos celulares "inteligentes", capazes de acessar a internet e dotados de aplicativos diversos de comunicação, passando por muitos outros exemplos. Os equipamentos de telecomunicação são praticamente onipresentes nos dias atuais na realidade de muitos alunos. O desenvolvimento histórico das principais tecnologias de comunicação e seus impactos sobre a sociedade são apresentados no livro de 8º ano. Nesta Unidade, o estudo foca na participação dos fenômenos ondulatórios desses processos.

A captação de ondas sonoras para transmissão a longas distâncias envolve, necessariamente, a conversão dessas ondas em sinais elétricos. Isso pode ser investigado experimentalmente com ajuda da atividade **1**, na seção **Mergulho no tema**. Na ilustração apresentada no livro do aluno, esse processo é demonstrado de maneira simplificada, focando na produção das ondas sonoras, sua captação pelo microfone e a transmissão dos sinais elétricos por meio de ondas eletromagnéticas. Antenas receptoras captam essas ondas, e o equipamento converte os sinais em ondas sonoras novamente. Esse princípio básico é similar em diferentes equipamentos e meios de transmissão, desde rádios até *walkie-talkies*.

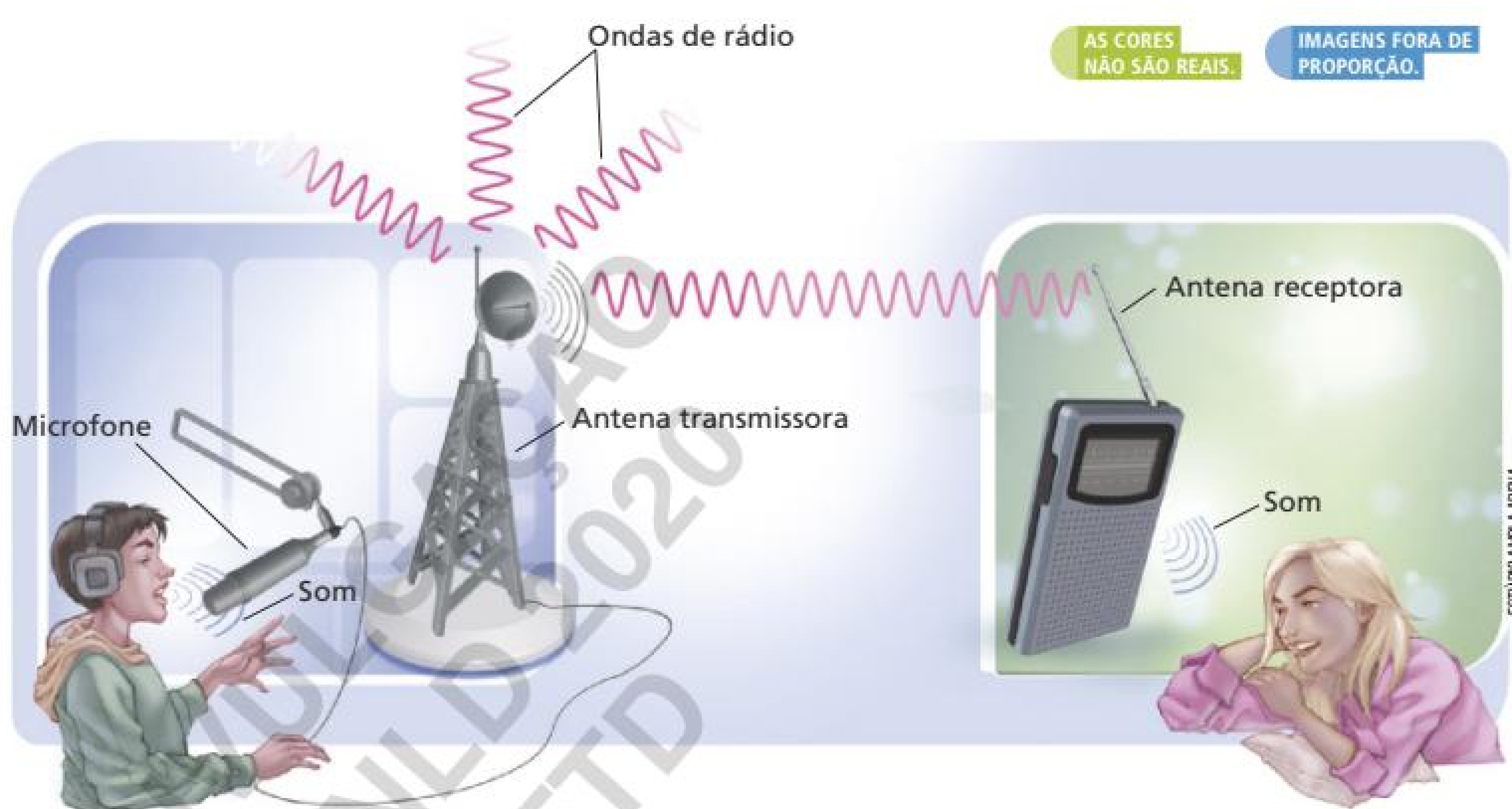
Telecomunicações

O conhecimento sobre a produção e a captação de ondas eletromagnéticas revolucionou as telecomunicações. O primeiro equipamento a transmitir mensagens a longas distâncias sem usar cabos foi o **radiotelégrafo**, criado pelo cientista italiano Guglielmo Marconi (1874-1937). A primeira transmissão foi realizada em 1895 e ocorreu entre dois locais a 2,5 km de distância entre si. Desde então, o desenvolvimento tecnológico ampliou muito o alcance e a capacidade de transmissão de informação.

Na comunicação por ondas eletromagnéticas, empregam-se uma antena **transmissora**, que gera e transmite o sinal eletromagnético, e uma antena **receptora**, que capta as ondas transmitidas e as converte em sinais elétricos. Aparelhos de rádio e televisão, por exemplo, geralmente funcionam apenas como receptores: eles captam as ondas eletromagnéticas e produzem som e/ou imagem.

Em uma transmissão **radiofônica**, as ondas sonoras são captadas pelo microfone, no qual geram sinais elétricos que variam de acordo com a frequência da onda sonora. Na antena transmissora, esses sinais elétricos dão origem a ondas eletromagnéticas que são transmitidas pelo ar.

O equipamento receptor capta essas ondas eletromagnéticas pela antena receptora e então as decodifica em sinais elétricos, que são enviados às caixas de som e originam ondas sonoras.

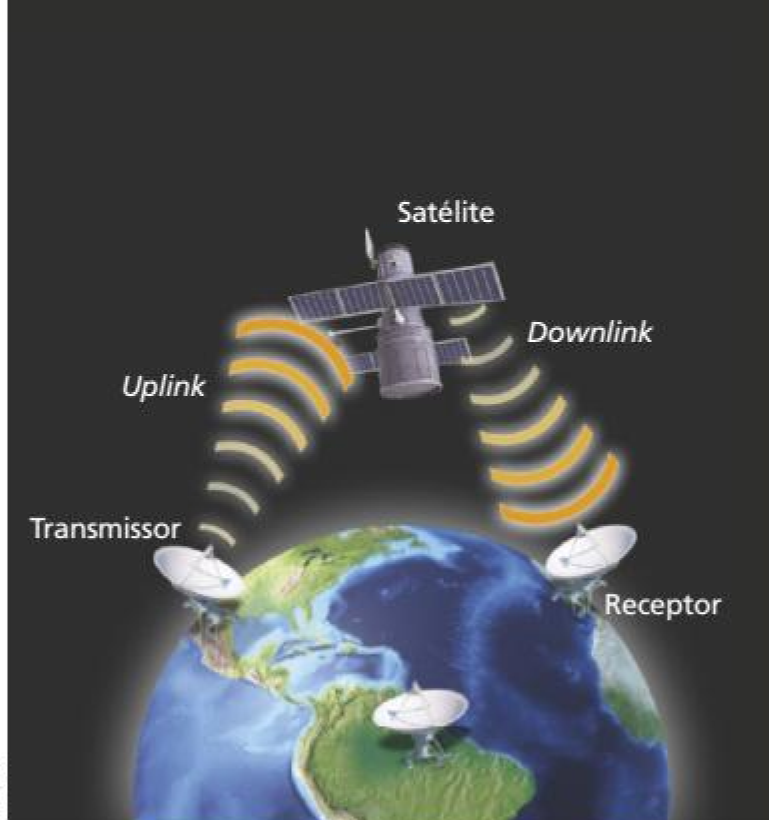


DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Representação simplificada de uma transmissão radiofônica.

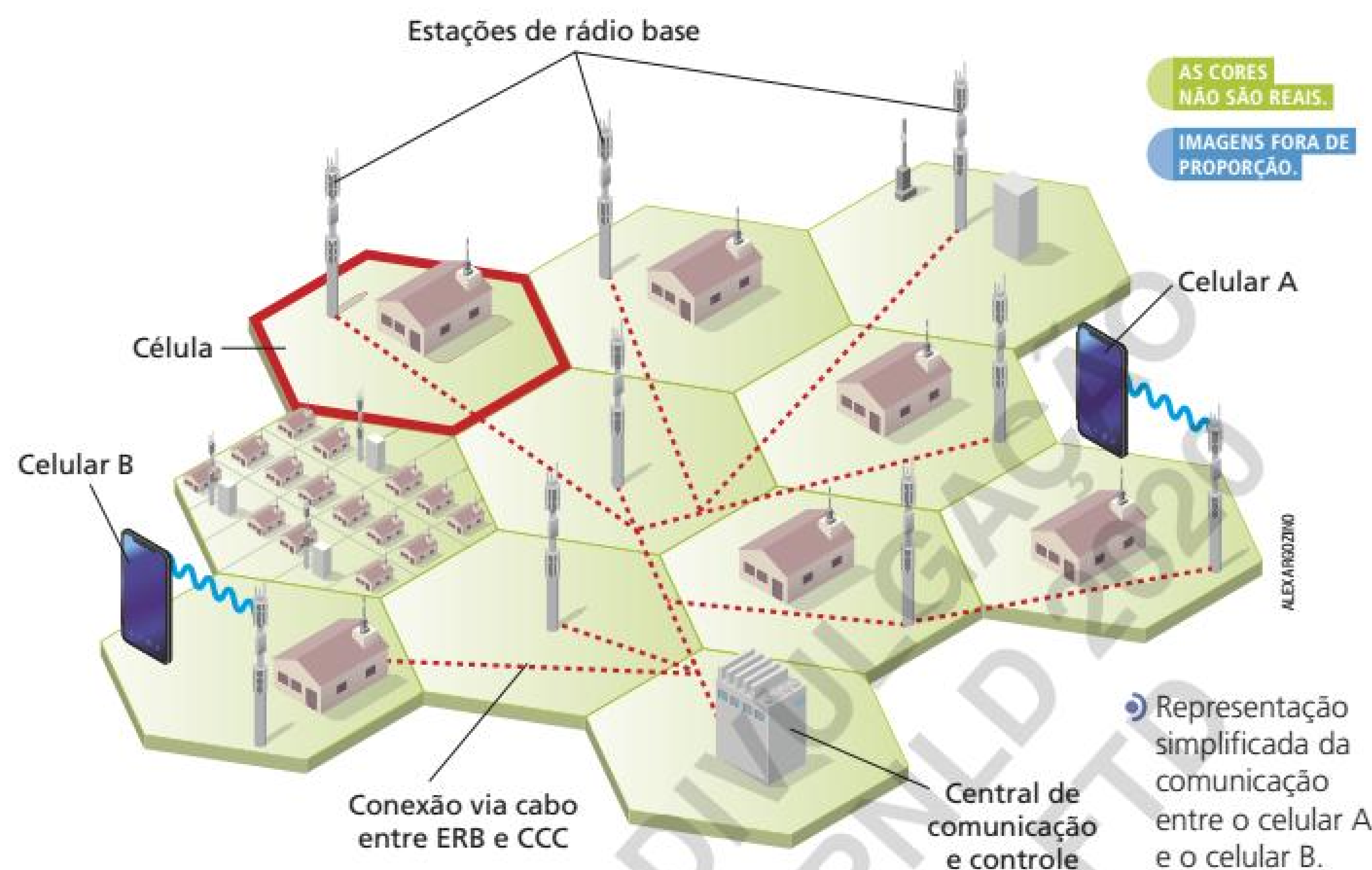
Ondas de radiofrequência que operam com frequência na faixa de 10^4 Hz a 10^7 Hz são refletidas pela ionosfera, uma das camadas da atmosfera. Isso permite usar a atmosfera como um "espelho" que possibilita enviar sinais para muito além da linha do horizonte.

Ondas eletromagnéticas na faixa de frequência por volta de 10^9 Hz atravessam a atmosfera com facilidade e são utilizadas para a **comunicação via satélite**. Os satélites de comunicações são estações repetidoras de micro-ondas: eles recebem um sinal eletromagnético vindo de uma antena na superfície da Terra, amplificam e retransmitem esse sinal para outro ponto da superfície do planeta. Como a maioria dos satélites artificiais localiza-se muito acima da superfície – 35 km, aproximadamente –, eles conseguem ampliar muito a área de transmissão da comunicação.



Representação simplificada de transmissão via satélite. Esse tipo de tecnologia amplia muito a área de transmissão dos sinais.

Os aparelhos **celulares** possuem tanto uma antena transmissora quanto uma receptora. A voz é captada pelo microfone e transformada em sinais elétricos que são codificados e transmitidos por ondas eletromagnéticas até a Estação de Rádio Base (ERB) mais próxima. A ERB transmite a informação – usando cabos ou micro-ondas – até a Central de Comunicação e Controle (CCC), que a repassa para a ERB mais próxima do celular do destinatário. Cada ERB é responsável pela cobertura de determinada área, que é chamada "célula" – daí o nome celular.



Representação simplificada da comunicação entre o celular A e o celular B.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

As ilustrações e o texto que constam na página correspondente ao livro do aluno focam em maneiras de transmissão de informação a longas distâncias. A reflexão de ondas pela ionosfera, a transmissão via satélite e a comunicação via rede de celular foram enfocadas por se tratarem de tecnologias presentes em dispositivos comuns no cotidiano, como rádio, TV e *smartphones*.

Questionar os estudantes se já repararam que as antenas parabólicas de uma mesma região apontam sempre na mesma direção (podendo variar de uma operadora de TV para outra). Perguntar se tais antenas são receptoras e/ou transmissoras e avaliar as respostas. A maioria das tecnologias atuais de transmissão de TV via satélite empregam tanto antenas receptoras – que recebem a transmissão via satélite da programação – quanto antenas transmissoras, necessárias para as funções interativas das TVs, como compra de produtos *pay-per-view*. Elas apontam para a mesma direção porque devem estar voltadas para o satélite encarregado das transmissões; esses satélites são geoestacionários, isto é, acompanham o movimento de rotação da Terra de modo a permanecerem "parados" em relação a um ponto na superfície do planeta. Para saber mais sobre o assunto, consultar o texto indicado abaixo.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Texto: **Plano da órbita do satélite geoestacionário**. CENTRO DE REFERÊNCIA PARA O ENSINO DE FÍSICA. Disponível em: <http://livro.pro/z9g67t>. Acesso em: 10 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ASSIM SE FAZ CIÊNCIA

Embora o funcionamento dos foguetes impulsionados a *laser* seja complexo, o texto permite analisar o assunto sob o foco dos impactos positivos que essa inovação tecnológica pode oferecer.

Esclarecer que os foguetes atuais são movidos a combustão. Para isso, eles devem carregar não apenas o combustível de que necessitam, mas também o comburente – geralmente gás oxigênio -, que é escasso e insuficiente nas camadas mais elevadas da atmosfera.

Para vencer a força de atração gravitacional da Terra, a quantidade necessária de energia e, consequentemente, de combustível e comburente, é enorme. Essa limitação reduz significativamente a capacidade de carga útil dos foguetes e aumenta muito os custos de um lançamento. Com a tecnologia de propulsão por *laser*, os foguetes não necessitariam mais carregar combustível e comburente; Isso funcionaria da seguinte forma: uma base na superfície da Terra emitiria feixes de *laser* com precisão sobre uma determinada região do foguete, aquecendo o ar de maneira tão rápida e intensa que provocaria uma explosão, impulsionando o foguete.

Apesar do entrevistado afirmar que isso significa "adeus à poluição", é importante lembrar que a energia necessária para produzir o feixe de *laser* é produzida em usinas, que também implicam em impactos ambientais de acordo com a forma de produção de energia utilizada.

ASSIM SE FAZ CIÊNCIA

No futuro, foguetes voarão movidos a raio *laser*

A corrida espacial que possibilitou a chegada do homem à lua, em 1969, foi um dos acontecimentos mais empolgantes do século XX. Ainda que o momento fosse marcado pela Guerra Fria e o medo de um conflito direto entre a União Soviética e os Estados Unidos, a população mundial acompanhou a exploração do espaço como uma saga épica. Hoje, em São José dos Campos (SP), a saga tem continuidade.

No projeto desenvolvido em parceria com o Laboratório da Força Aérea Americana (Air Force Research Laboratory), o Comandante Marco Antônio Sala Minucci [Coronel Engenheiro, diretor], do Instituto de Estudos Avançados do Comando Geral de Tecnologia Aeroespacial (IEAv – CTA), coordena a pesquisa de propulsão a **laser**. Se o desafio, na década de 50, era mandar o homem para o espaço, hoje, é fazê-lo com maior custo-benefício e sem agredir o meio ambiente.

Laser: feixe contínuo e concentrado de ondas eletromagnéticas.

A ideia parece saída de um filme de ficção-científica: aeronaves e foguetes se deslocando no espaço através de um feixe de luz de alta energia. Na prática, vai funcionar do seguinte modo: uma base terrestre projeta a radiação *laser* na traseira do veículo – que, por sua vez, recebe, da parte dianteira, ar aquecido. Ao entrar em contato com o *laser*, [...] [os gases que compõem o ar explodem na parte traseira da nave], empurrando o veículo para frente. Nada de galões de combustível [...].

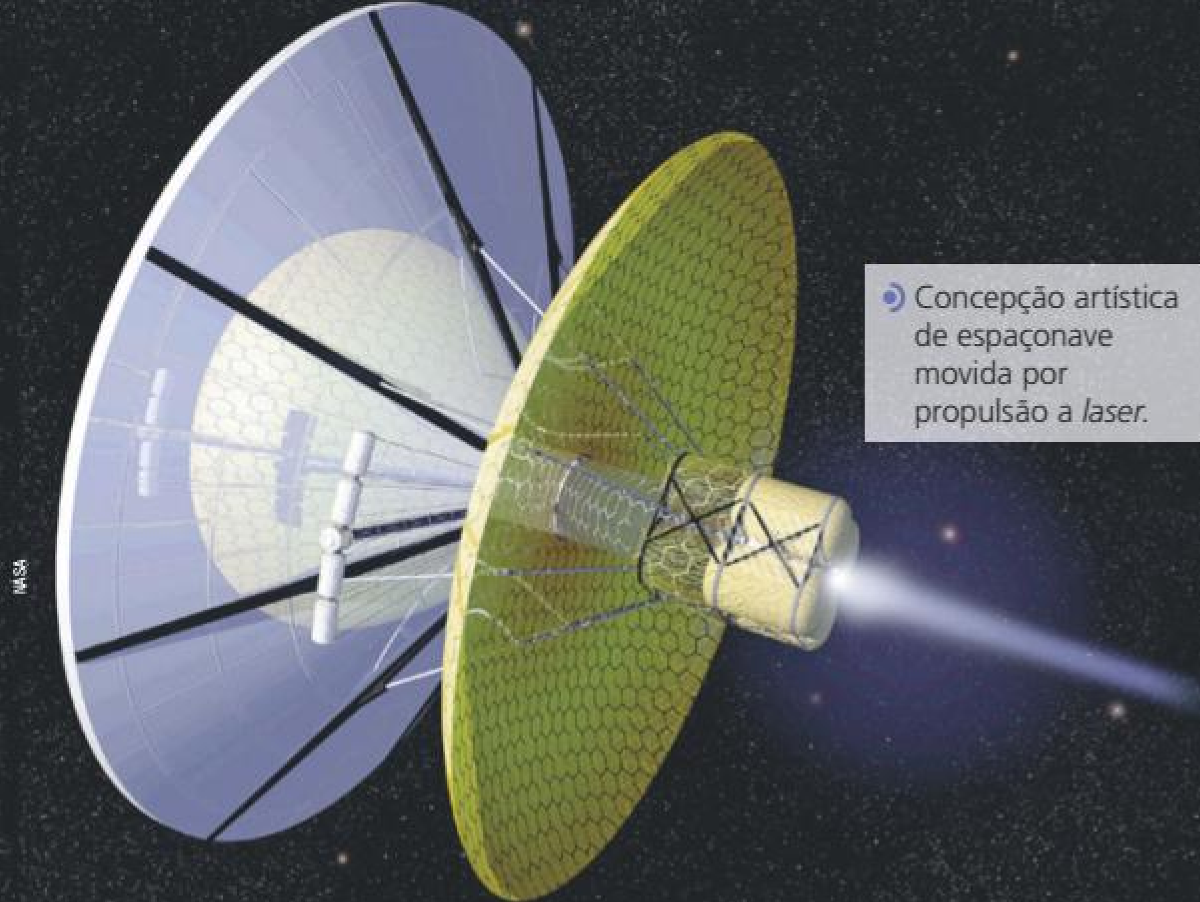
De acordo com Minucci, atualmente, o peso da carga útil das naves (como satélites a serem colocados em órbita) só pode chegar a 5% da capacidade do foguete. Isso acontece porque o veículo precisa transportar também o combustível e o oxidante necessários para o voo. Com a nova tecnologia, estima-se que a nave poderá destinar 50% da sua capacidade ao transporte de carga. "Essa é a grande vantagem. Enquanto o veículo estiver se movimentando na atmosfera, a energia virá da Terra. Operações aeroespaciais serão otimizadas", diz o comandante.

Abolir o uso dos combustíveis fósseis não vai só ajudar a combater o aquecimento global. A viagem será barateada em 100 vezes e vai tornar o espaço mais acessível. Colocar satélites de até 50 kg em órbita, por exemplo, passa a ser mais viável. "É um adeus à poluição, ao risco de explosão e a toda aquela parafernália que existe no lançamento de um foguete convencional", completa Minucci.

[...]

FORÇA AÉREA BRASILEIRA. **No futuro, foguetes voarão movidos a raio *laser*.** Disponível em: <http://fab.mil.br/noticias/mostra/3672/CIENCIA---No-futuro,-foguetes-voarao-movidos-a-raio-laser>. Acesso em: nov. 2018.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD



NASA

Concepção artística de espaçonave movida por propulsão a *laser*.

ATIVIDADES

1. Qual é a tecnologia que o texto apresenta?

2. Que vantagens essa tecnologia oferece em relação às atuais?

3. O desenvolvimento de tecnologias sofisticadas como essa depende de mão de obra altamente qualificada e de grandes investimentos financeiros. Em duplas, discutam as seguintes questões:

a) Que fatores um governo precisa levar em consideração para decidir se deve investir no desenvolvimento de uma nova tecnologia? Por quê?

b) Dominar a tecnologia apresentada no texto é interessante para o Brasil? Expliquem sua resposta. Qual é o produto mencionado no texto? Qual é a finalidade dele? Quais são os possíveis clientes?

4. Pesquisas que visam à inovação tecnológica são feitas em empresas privadas ou em institutos e universidades públicas, por exemplo. Uma forma de medir a inovação tecnológica de um país é analisando o número de patentes requisitadas. Em duplas, pesquisem:

- Quais são os países onde mais se solicitam registros de patentes no mundo? Como o Brasil se insere nesse cenário?
- No Brasil, quem é responsável pela maior parte da inovação tecnológica: as instituições privadas ou o poder público? Comparem essa informação com outro país, à escolha de vocês.
- Qual é a importância das pesquisas de inovação tecnológica para um país?
- Um exemplo recente de inovação tecnológica feito no Brasil. Procurem saber a utilidade dele e onde foi desenvolvido.

Reúnam as informações que pesquisaram e, na data combinada com o professor, promovam uma conversa coletiva com o tema:

Como é a inovação tecnológica no Brasil? O que pode mudar?

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ATIVIDADES

1. Propulsão de naves e foguetes utilizando laser.

2. Poderá reduzir muito os custos de lançamento de foguetes e aumentar a capacidade de carga deles, além de ser menos poluente.

3. Respostas pessoais. Esta questão convida os estudantes a refletirem sobre o desenvolvimento tecnológico usando como ponto de partida a radiação eletromagnética, tema da Unidade. O lançamento de satélites de telecomunicação e de monitoramento ambiental, por exemplo, é uma atividade de interesse estratégico para um país, pois amplia o acesso à comunicação por parte da população e possibilita monitorar parâmetros de qualidade ambiental com mais precisão. Os alunos podem citar ainda outros usos, como a exploração espacial e usos com fins militares, por exemplo. Em suas respostas, espera-se que reflitam sobre aspectos positivos e negativos do uso das tecnologias e concluam sobre a importância da tecnologia apresentada no texto.

4. Estados Unidos, Japão e Alemanha são, nessa ordem, os países que mais apresentam requerimentos de patente anualmente. A quantidade de patentes solicitadas anualmente no Brasil é ínfima em comparação aos números desses países, o que tem relação com diversos fatores além da falta de investimento em pesquisa e inovação. Os materiais listados a seguir permitem um aprofundamento no assunto e dão subsídios para as questões da atividade e o debate proposto com a turma.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Artigo: Patentes universitárias brasileiras: perfil dos inventores e produção por área do conhecimento. CATIVELLI, Adriana Stefani; LUCAS, Elaine Rosangela de Oliveira. **Revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação**, 2016. Disponível em: <http://livro.pro/xupo9e>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- Matéria: Relações com o setor produtivo. PIERRO, Bruno. **Revista Pesquisa FAPESP**, 2018. Disponível em: <http://livro.pro/mampkq>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- Matéria: Número de patentes por empresas ou pesquisadores em universidades é baixo no Brasil. **Em discussão!** 2012. Disponível em: <http://livro.pro/2j52fw>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- Matéria: Desaba o investimento brasileiro em inovação tecnológica. MAGLIANO, Giovanni. **Revista Veja**, 2017. Disponível em: <http://livro.pro/xjeg8d>. Acesso em: 10 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Internet sem fio

As frequências de funcionamento dos equipamentos que se conectam à internet sem fio geralmente são informadas no próprio aparelho ou em sua ficha técnica. Existem diferentes tecnologias de internet *wi-fi*, sendo que a maioria dos dispositivos modernos é compatível com mais de uma, possibilitando que se conectem a diferentes redes sem fio. Uma forma de desenvolver esse assunto de maneira significativa para os estudantes é analisando os equipamentos que eles mesmos usam, como celulares e roteadores sem fio.

Os diferentes padrões de rede *wi-fi* operam em frequências diferentes e oferecem limites de banda diferentes. A tabela a seguir resume essas informações.

Padrão	Frequência de operação	Velocidade máxima
802.11b	2,4 GHz	11 Mbps
802.11a	5 GHz	54 Mbps
802.11g	2,4 GHz	54 Mbps
802.11n	2,4 GHz ou 5 GHz	600 Mbps
802.11ac	5 GHz	1300 Mbps

Fonte: MEHL, E. L. M. **Redes de acesso sem fio**. Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <http://www.eletrica.ufpr.br/mehl/te155/aulas/5-1-IEEE802.11.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2018.

Internet sem fio

Poderíamos preencher muitas páginas apenas para dar exemplos de aplicações dos fenômenos ondulatórios e, mesmo assim, mostraríamos apenas uma pequena fração do total. As propriedades das ondas criam diversas possibilidades de aplicação. Conforme nosso conhecimento sobre esses fenômenos avança, mais e mais possibilidades surgem. Para encurtar o assunto, vamos focar em uma tecnologia que vem revolucionando a comunicação entre as pessoas no mundo inteiro: o **acesso sem fio à internet**.

A conexão à internet sem fio pode ocorrer de duas maneiras principais: pela rede de telefonia celular ou por redes *wi-fi*. O acesso à internet via **rede de telefonia móvel** funciona da mesma maneira que a comunicação entre celulares que mostramos na **página 149**. O desenvolvimento acelerado desse setor tem feito com que a segurança e a capacidade de transmissão de informações aumentem continuamente.



LEONARDO ZHUKOVSKY/SHUTTERSTOCK.COM

(**A**) Até poucos anos atrás, a única forma de fazer uma transmissão de vídeo ao vivo envolvia equipamentos enormes e caros, acessíveis somente às emissoras de TV. (**B**) Atualmente, a maioria dos novos modelos de *smartphones* oferece essa possibilidade.

MAGNIFER/SHUTTERSTOCK.COM



MAXXJANE/SHUTTERSTOCK.COM

DIVULGAÇÃO PNLD 2020

A **rede *wi-fi*** conta com um **roteador** sem fio, que se comunica via micro-ondas com outros equipamentos — computadores, impressoras ou *smartphones*, por exemplo. O roteador geralmente se conecta via cabo a um *modem*, que faz a conexão com a rede de computadores da operadora de internet. O alcance dos roteadores é pequeno, limitado a alguns metros, embora isso varie bastante entre os modelos. Obstáculos como armários e paredes reduzem significativamente o alcance do sinal.



Representação simplificada de uma rede sem fio, conectada à internet. Na maior parte dos casos, o *modem* conecta-se por fio à internet e ao roteador *wi-fi*. Nesse último, o sinal é convertido em micro-ondas, que são captadas e transmitidas por dispositivos como computadores, *smartphones* e outros.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Analisar a ilustração com os estudantes e verificar se eles identificam corretamente a função do modem e do roteador no funcionamento da rede sem fio. Pedir que comparem esse esquema com o da página 149, que mostra uma rede de telefonia móvel. O consumo de internet por meio da rede de telefonia móvel geralmente é cobrado pelas operadoras de celular, que usualmente vendem "pacotes" de consumo mensal. No caso das redes *wi-fi*, os dispositivos se conectam sem fio com o roteador, que se conecta à internet pelo modem. Este equipamento, por sua vez, se conecta à internet geralmente via cabos.

O *site* indicado abaixo conta com seis vídeos curtos que tratam do funcionamento da internet, desde a transmissão da informação até segurança cibernética. Apesar de estarem em inglês, contam com legenda em português. O primeiro vídeo da série trata da transmissão de informações usando cabos e ondas eletromagnéticas, e pode servir de referência para planejar a abordagem do assunto.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- *Site*: **Como funciona a internet**. Disponível em: <http://livro.pro/bfavz6>. Acesso em: 17 nov. 2018.

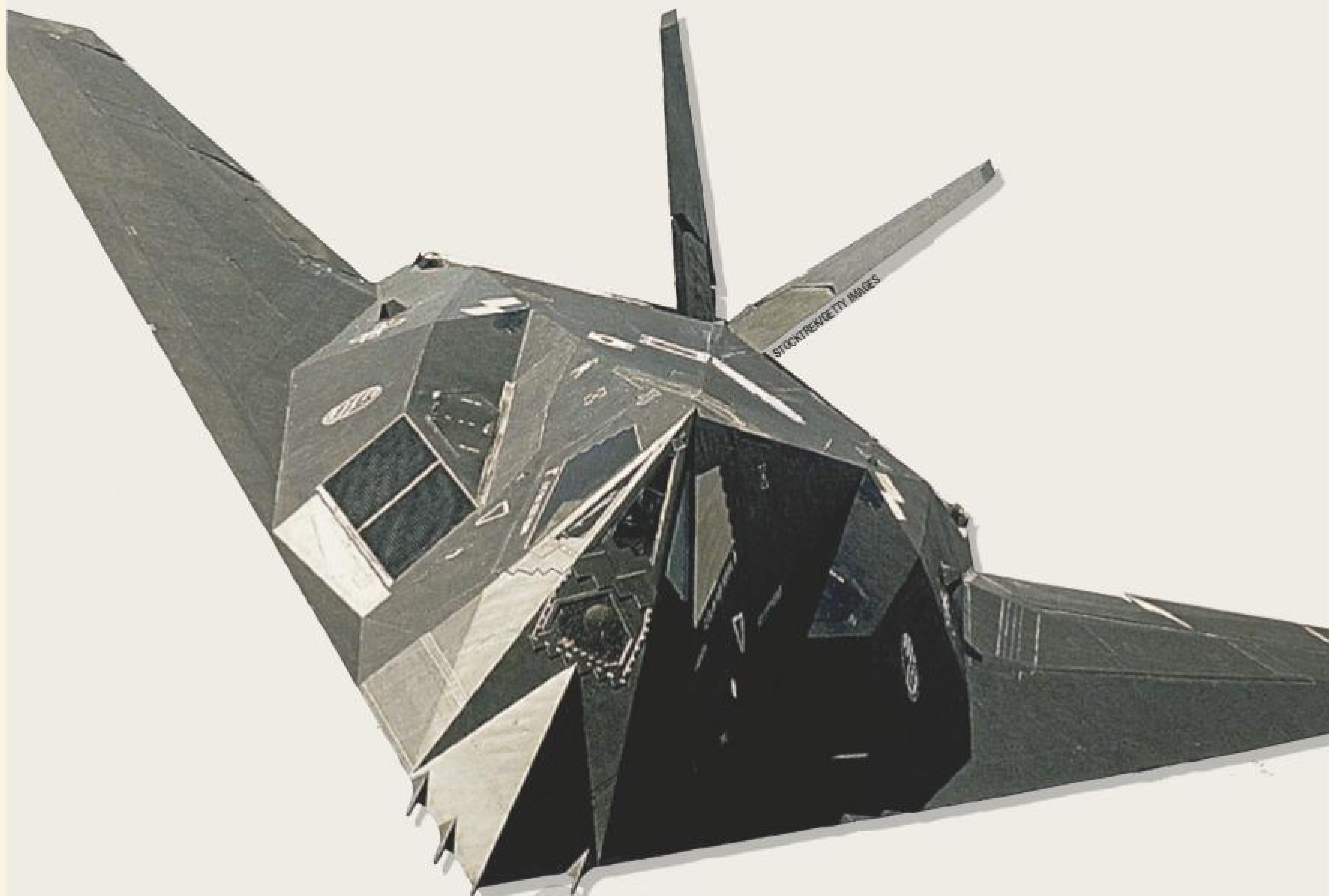
ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

VAMOS VERIFICAR

Para que um objeto se torne invisível, ele não poderia emitir, refletir ou absorver a luz; a luz deveria se comportar como se o atravessasse. Os aviões "invisíveis" basicamente absorvem e/ou dispersam as ondas eletromagnéticas empregadas por radares, impedindo que elas retornem ao radar e denunciem a posição da nave. Os *sites* listados abaixo apresentam mais informações sobre o assunto e podem ser indicados para a leitura dos estudantes.

VAMOS VERIFICAR

Aviões "invisíveis" são invisíveis mesmo?



Avião F-117, classificado como "invisível".

Diversas tecnologias militares empregam fenômenos ondulatórios para inúmeras finalidades. Uma delas são os aviões de combate ditos "invisíveis", difíceis de serem detectados pelos inimigos. Será que eles são invisíveis mesmo? Em grupos, sigam as instruções a seguir.

1. **Discutam as seguintes questões: Como nós enxergamos os objetos? Como um objeto deve interagir com a luz para ser invisível?**

2. **Pesquisem em livros ou na internet as características que fazem esses aviões serem chamados "invisíveis".**

No dia combinado, levem as informações que obtiveram na pesquisa e compartilhem com os outros grupos.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

PARA SABER MAIS: ALUNO

- Matéria: Como funcionam os aviões "invisíveis". VINHOLES, Thiago. **Airway**, 2015. Disponível em: <http://livro.pro/ipv3nn>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- Matéria: Supersecreto: Começa a surgir o avião invisível. CAVALCANTI, Pedro. **Superinteressante**, 2016. Disponível em: <http://livro.pro/s5vyiy>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- Matéria: Cientistas desenvolvem pequena capa de invisibilidade. **Portal G1**, 2015. Disponível em: <http://livro.pro/gskcy3>. Acesso em: 10 nov. 2018.

ATIVIDADES

1. Como as técnicas de radiografia e de ultrassonografia permitem "enxergar" nosso corpo por dentro? Qual é a importância dessas tecnologias?

2. Se o som não se propaga no vácuo, como os astronautas conseguem se comunicar entre si e com a Terra?

3. Em duplas, analisem a imagem a seguir e respondam. Se julgarem necessário, pesquisem em livros ou na internet.



TINA JEANS/SHUTTERSTOCK.COM

Fachada de prédio com diversas antenas.

a) Por que todas as antenas estão voltadas aproximadamente para a mesma direção?

b) Por que muitas antenas têm formato parabólico?

4. Em duplas, pesquisem e respondam:

- Como funcionam os aparelhos de *walkie-talkie*?
- Por que o alcance deles é menor que o dos celulares?

5. Em grupos, pesquisem informações técnicas sobre algum modelo de *smartphone* lançado no último ano. Procurem saber:

- Quantas antenas esse aparelho possui? Em que frequências elas operam?
- Qual é a finalidade de cada uma dessas antenas? Vocês as consideram úteis?

Reúnam as informações que obtiveram e apresentem para outra dupla, comparando com o modelo que eles escolheram.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ATIVIDADES

1. Ambas as tecnologias empregam ondas para revelar o interior do nosso corpo. No caso da radiografia, raios X são emitidos em direção ao paciente, o atravessam e registram a imagem em um filme. Como a permeabilidade dos tecidos ao raio X é diferente, é possível distinguir ossos, cartilagens e outras estruturas. No caso da ultrassonografia, o equipamento em contato com o corpo emite ultrassom, que reflete nas estruturas internas e é captado. Ao processar o tempo de retorno dos sons, o equipamento consegue criar as imagens. Essas tecnologias são muito importantes para o diagnóstico de doenças e lesões.

2. Astronautas usam recursos de telecomunicação: o som da voz é captado por microfones e convertido em ondas eletromagnéticas, que são transmitidas para a Terra ou para seus companheiros, por exemplo.

3. a) As antenas de TV são antenas receptoras, que captam o sinal enviado, neste exemplo, por um satélite. Para melhorar o sinal, as antenas são voltadas na direção do satélite.

b) A superfície parabólica da antena funciona como um espelho côncavo, que recebe as ondas eletromagnéticas e as reflete para o sensor, localizado no ponto focal da parábola. Esse recurso permite captar mais ondas eletromagnéticas do que seria possível apenas com o sensor, o que melhora a qualidade do sinal.

4. Os *walkie-talkies* convertem o som em sinais eletromagnéticos que são transmitidos diretamente entre os aparelhos, sem intermédio de estações de rádio base, como ocorre com os celulares. Em decorrência disso, o limite de distância é aquele que permite a transmissão com qualidade dos sinais. Conforme a distância entre os aparelhos aumenta, a qualidade do sinal diminui; a presença de obstáculos também reduz o alcance dos *walkie-talkies*.

5. Resposta variável. A maioria dos equipamentos recentes possui diversas antenas com finalidades distintas: conexão à rede de telefonia móvel, *wi-fi*, NFC, FM, *bluetooth*, entre outras. Orientar os alunos para que as informações solicitadas sejam pesquisadas na ficha técnica dos aparelhos.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

CONSTRUINDO UM MICROFONE

Esta atividade propõe uma investigação de alguns dos mecanismos envolvidos na transmissão de som, colaborando para o desenvolvimento da **habilidade EF09CI05**.

A construção de um microfone funcional é uma atividade que desperta o interesse dos estudantes e cria condições para que se interessem pelo aprendizado do assunto. Existem diferentes propostas de montagem desse dispositivo na internet; aqui, optamos por uma construção simples empregando materiais facilmente encontrados.

Antes de começar a construção do dispositivo, retomar com a turma o que eles sabem sobre circuitos elétricos, conteúdo apresentado no livro de 8º ano. Para interpretar corretamente o funcionamento do dispositivo, eles devem notar que o microfone e o fone de ouvido estão ligados em série no mesmo circuito elétrico.

A raspagem dos grafites, criando uma área plana ao longo do comprimento deles, é importante para aumentar a área de contato entre os grafites e, consequentemente, melhorar a condução de corrente elétrica nesses pontos. Essa etapa também é importante para dar mais estabilidade ao pedaço de grafite que fica apoiado sobre os outros dois.

Se possível, realizar a montagem com garras jacaré, que facilitam muito a manipulação e a montagem do dispositivo. O cabo paralelo necessário para esta atividade pode ser fino, de 1 mm. É possível utilizar fios telefônicos para essa finalidade.

MERGULHO NO TEMA

1. Construindo um microfone

Criação de equipamento

Os microfones são dispositivos que convertem as ondas sonoras em sinais elétricos. Esse processo pode ser muito mais simples do que parece, como veremos nesta atividade.

• Material

- 1 caixa de fósforos vazia (somente a gavetinha)
- 3 grafites de lapiseira de espessura 2,0 mm
- tesoura com pontas arredondadas
- 1 lápis bem apontado
- 1 bateria de 9 V (com o conector, se possível)
- cabo elétrico paralelo fino (recomendamos usar pelo menos 3 metros)
- 1 par de fones de ouvido
- fita isolante (ou cabos com garra jacaré)

• Procedimento

Reúnam-se em grupos de acordo com as orientações do professor.

1. Com a tesoura, raspem os grafites no sentido do comprimento, para que tenham uma face plana.



Visão do grafite em corte transversal. O grafite é cilíndrico (**A**) e deve ser raspado para ter uma face plana (**B**).

AS CORES NÃO SÃO REAIS.

IMAGENS FORA DE PROPORÇÃO.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

2. Com o lápis, façam dois furos em faces opostas da caixa de fósforos.

PARA SABER MAIS: ALUNO

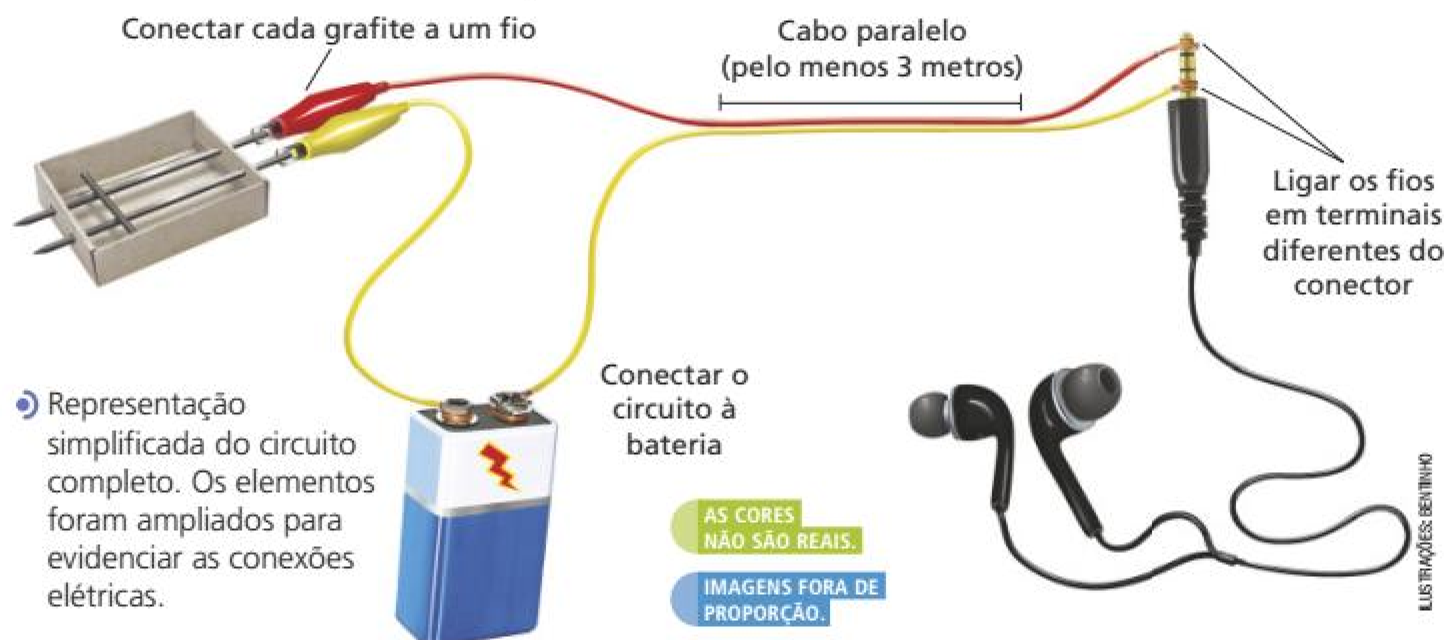
• Vídeo: **Microfone de caixinha de fósforo**. Produzido por: Manual do Mundo. Brasil, 2015. Disponível em: <http://livro.pro/kdfdfk>. Acesso em: 10 nov. 2018.

3. Atravessem dois grafites pelos furos, com a face plana para cima.

4. Usando o cabo elétrico, montem o circuito representado a seguir.

- Usem a fita isolante para proteger todas as conexões.
- A bateria pode ser fixada na parte de baixo da caixa de fósforos com fita isolante, para facilitar o uso.





Representação simplificada do circuito completo. Os elementos foram ampliados para evidenciar as conexões elétricas.

5. Peguem um pedaço do terceiro grafite e o apoiem sobre os outros, com a face plana voltada para baixo.



6. O microfone está pronto. Um aluno deve falar próximo a ele, enquanto outro aluno escuta com os fones de ouvido. Para melhorar o resultado, cada aluno deve estar em um cômodo diferente.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

REFLEXÕES

1. Como as ondas sonoras são convertidas em sinais elétricos nesse equipamento? Pesquisem o funcionamento de um microfone convencional e comparem com o que vocês montaram.

2. O que pode ser feito para melhorar a qualidade do som nesse equipamento? Deem sugestões com base no que vocês estudaram sobre o som.

Reflexões

1. Quando falamos, o som emitido é propagado por vibrações no ar - as ondas sonoras. Ao atingirem o microfone, elas o fazem vibrar e, com isso, o pedaço de grafite apoiado sobre os outros dois também vibra, fechando e abrindo o circuito de acordo com a frequência do som. Esse é o mesmo princípio de funcionamento dos microfones convencionais.

2. Resposta pessoal. Estimular os estudantes a avaliar criticamente o trabalho que realizaram e, a partir das conversas sobre o funcionamento do equipamento, tentar melhorar a qualidade do som captado.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Após certificar-se de que todas as conexões estão corretas, de acordo com a ilustração, é hora de testar o equipamento. Um aluno deve falar no microfone, enquanto outro o escuta nos fones de ouvido. Para reduzir a interferência do som produzido pela voz do aluno, é interessante que o microfone e o fone de ouvido se encontrem em ambientes distintos, isolados acusticamente entre si. Podem ser testados diferentes modelos de fone de ouvido ou mesmo caixas de som amplificadas; basta seguir a indicação apresentada na ilustração sobre como ligar os fios aos terminais do conector do aparelho.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

DISCO DE NEWTON

Nesta atividade, os alunos são convidados a planejar e executar um experimento que evidencia que a cor branca pode ser formada pela composição das três cores primárias da luz, o que contribui para o desenvolvimento da **habilidade EF09CI04**.

O disco de Newton é um experimento clássico de óptica para investigar a percepção de cores. Existem inúmeras variantes dessa atividade; aqui, optamos por uma montagem que prioriza materiais de fácil obtenção.

Um desafio dessa proposta é fazer com que o disco gire com velocidade suficiente para que as cores "misturem". Isso pode ser atingido com um pouco de prática na manipulação do instrumento. Essa etapa pode ser proposta como um desafio para os estudantes: com o equipamento pronto, solicitar aos alunos que desenvolvam a técnica de girar o disco rapidamente e avaliar as soluções propostas. Alternativamente, o disco pode ser acoplado a um motor elétrico ou preso às pás de um ventilador, por exemplo.

Caso tenha familiaridade com dispositivos eletrônicos, o professor pode construir um disco de Newton empregando LEDs das cores primárias com acionamento independente e um motor elétrico, como proposto no artigo indicado abaixo. Essa proposta supera uma limitação dos discos de Newton tradicionais, onde ocorre síntese subtrativa das cores, resultando um disco mais próximo do cinza-claro do que do branco. O disco de lâmpadas LED possibilita a síntese aditiva, permitindo que se produza a percepção de cor branca. Além disso, o acionamento independente das lâmpadas permite constatar também a formação das cores secundárias.

2. Disco de Newton

Experimento

O disco de Newton é um experimento clássico que tem esse nome em homenagem ao físico inglês Isaac Newton (1643-1727), por seus experimentos com a luz. O disco é dividido em fatias de cores diferentes e, quando girado em alta velocidade, parece ser branco. Esse experimento é utilizado para demonstrar que a luz branca pode ser obtida pela soma de luzes coloridas.

Em grupos, discutam a seguinte questão:

Para formar a luz branca, o disco deve ter três fatias com as cores primárias ou sete fatias com as cores do arco-íris?

Anotem suas respostas e realizem o experimento a seguir.

• Material

- 1 CD com dois furos feitos pelo professor
- 1 transferidor
- 1 folha de papel sulfite
- 1 metro de barbante resistente
- canetinhas coloridas
- cola



• Procedimento

1. Usando o CD, desenhem dois círculos no papel e recortem.



2. Com o transferidor, desenhem 3 fatias iguais em um dos discos e pintem cada fatia com uma cor primária. No outro disco, façam 7 fatias com as cores do arco-íris.

3. Colem os discos nos dois lados do CD e esperem secar.

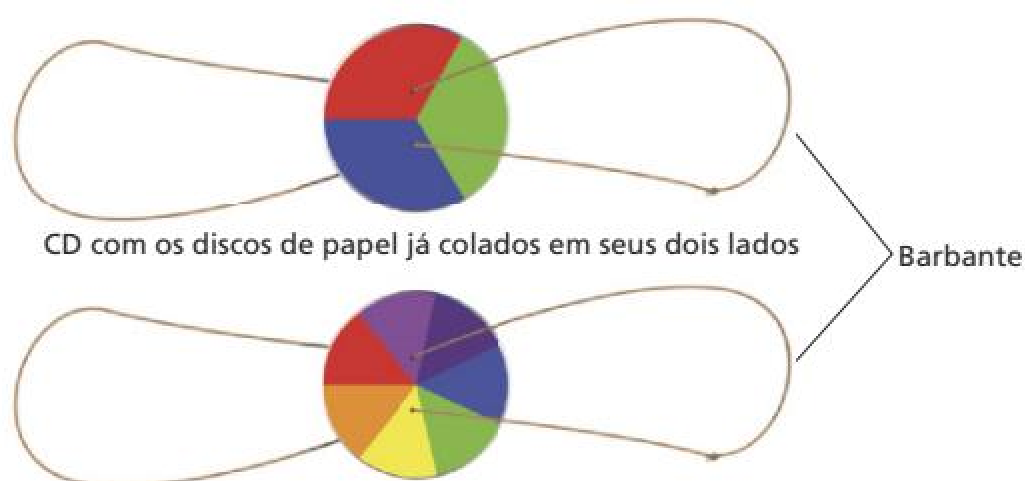


DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Artigo: Disco de Newton com LEDs. SILVEIRA, M. V.; BARTHEM, R. B. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 2016. Disponível em: <http://livro.pro/hjfrqj>. Acesso em: 10 nov. 2018.

4. Passem o barbante pelos furos e amarrem as pontas.



5. Para fazer o disco girar rapidamente, segurem as pontas do barbante, deem algumas voltas com o CD e estiquem o barbante. Pratiquem algumas vezes o movimento, para conseguir dominá-lo.



ILUSTRAÇÕES: ALEX SILVA

REFLEXÕES

1. Suas hipóteses iniciais se confirmaram? Expliquem o resultado observado em cada disco.

2. Se o experimento for realizado com luz solar e com iluminação artificial, o resultado será o mesmo? Anotem suas hipóteses e façam o teste para verificar a resposta.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Reflexões

1. Resposta pessoal. Espera-se que os dois discos que estão colados ao CD, ao girar rapidamente, pareçam brancos. O resultado final pode variar em função das tintas utilizadas e da velocidade de rotação atingida. Tradicionalmente, é difícil obter um disco completamente branco; é mais comum que ele aparente uma coloração cinza-claro.

2. As cores refletidas dependem do espectro que incide sobre os discos. Com a luz solar, é mais provável que o disco pareça branco. Se possível, realizar esse experimento iluminando o disco com lâmpadas de cores diferentes para avaliar o resultado com os estudantes.

PARA SABER MAIS: ALUNO

- Vídeo: **Azul + Verde + Vermelho = Branco?** Produzido por: Manual do Mundo. Brasil, 2017. Disponível em: <http://livro.pro/dkv6ku>. Acesso em: 10 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Como a velocidade de rotação dos discos é elevada, é importante que o barbante utilizado seja resistente e esteja bem amarrado aos discos. Se possível, testar o material antes de realizar a atividade com os alunos, para garantir a segurança de todos.

O vídeo indicado na seção **Para saber mais: aluno** apresenta uma versão semelhante desta atividade e pode ser utilizado para orientar os estudantes quanto ao movimento que devem realizar para fazer o disco girar.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

DECOMPOSIÇÃO DA LUZ

Esta atividade permite explorar experimentalmente a refração e a reflexão da luz. Essa temática permite uma série de atividades práticas que despertam a curiosidade dos estudantes e abordam os conceitos de maneira significativa. O artigo indicado a seguir expande o repertório de atividades apresentada aqui e pode ser utilizado para enriquecer as aulas.

Reflexões

1. Espera-se que os alunos tenham reconhecido o padrão de cores do arco-íris. Esse padrão é formado pela dispersão da luz solar. Esse padrão pode surgir da dispersão da luz em outros materiais transparentes, como vidro e acrílico.

2. Ao passar do ar para a água, a luz sofre dispersão (refração). Aqui vale lembrar que ondas com comprimentos diferentes sofrem refração em ângulos distintos, ocasionando a decomposição da luz. O espelho reflete as luzes coloridas (decompostas) de volta para o ar, onde são interceptadas pelo anteparo. A água e o espelho substituem o prisma que Newton empregou.

3. Cada tipo de lâmpada apresenta um espetro de emissão próprio. Alguns modelos, especialmente os voltados para cultivo ou aquarismo, apresentam amplo espectro, comparável ao da luz solar; a maioria, porém, emite luz em um espectro menor. Se possível, realizar testes com os estudantes usando diferentes fontes de luz.

3. Decomposição da luz

Experimento

O físico inglês Isaac Newton (1643-1727) foi o primeiro a demonstrar que a luz do Sol é formada por diversas cores. Em seu experimento, ele fez um estreito feixe de luz solar atravessar um prisma de vidro. Com isso, a luz branca se dispersava e as luzes coloridas eram projetadas em uma parede.

Nesta atividade, vamos reproduzir o experimento de Newton usando alguns materiais simples e nossos conhecimentos sobre a luz.


SHEILA TERRY / SCIENCE PHOTO LIBRARY / FOTOARENA

Concepção artística de Isaac Newton realizando o famoso experimento em que ele usou um prisma para refratar um raio de luz que entrava por uma janela.

• Material

- 1 bacia com água
- 1 espelho
- 1 caixa de sapato
- 1 folha de papel sulfite branco
- 1 tubo de cola

• Procedimento

Reúnam-se em grupos de acordo com as orientações do professor.

1. Colem o papel sulfite no fundo da caixa de sapatos. Essa folha é o anteparo onde a luz será projetada.
2. Coloquem o espelho na bacia de modo que ele fique inclinado, como na figura.
3. Encontrem uma maneira de fazer a luz solar ser refletida no espelho e projetada no anteparo. O resultado será melhor se o ambiente não for completamente iluminado.



CRIS ALENCAR

REFLEXÕES

1. Que cores foram projetadas no anteparo? Esse padrão de cores aparece em outros fenômenos?
2. Qual é a função da água e do espelho neste experimento?
3. Se vocês utilizarem uma lâmpada em vez da luz solar, o resultado será o mesmo? Expliquem.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Artigo: Óptica, luz e cores: uma proposta inovadora para o ensino de física. DIETRICH, Bianca; BECKER, Cristina; BATISTA, Daiana. Disponível em: <http://livro.pro/ds3n3o>. Acesso em: 10 nov. 2018.

4. Acessibilidade no trânsito

Campanha

A visão e a audição são dois sentidos humanos que nos permitem perceber o ambiente por meio de fenômenos ondulatórios. Esses dois sentidos são também bastante requeridos por uma pessoa ao se deslocar no trânsito, seja como pedestre, seja como motorista.

Nesta atividade, vamos investigar como as pessoas com deficiência em algum desses sentidos fazem para transitar pela cidade e que medidas podem ser tomadas para melhorar a acessibilidade no trânsito. Com essas informações, vamos criar uma campanha para informar a população em geral sobre o assunto.

Formem grupos e busquem as informações a seguir em livros ou na internet. Vocês também podem entrevistar pessoas com deficiência.

- Em que situações a visão ou a audição são importantes no trânsito?
- Pessoas com deficiência na visão ou na audição podem dirigir? Se sim, há restrições?
- Que recursos podem ser instalados para auxiliar pedestres com deficiência de visão ou de audição a se deslocarem pelas ruas?
- A região onde vocês moram é acessível para pedestres com essas deficiências? Que melhorias podem ser implementadas?

Após reunir as informações, produzam um vídeo ou um áudio para ser divulgado nas redes sociais. Esse material deve informar a população sobre a importância da acessibilidade no trânsito e apontar quais melhorias podem ser feitas na região.



DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ACESSIBILIDADE NO TRÂNSITO

Nesta atividade, os alunos são convidados a refletir sobre a propagação do som e da luz no contexto da educação para o trânsito e acessibilidade. Embora todos tenham o direito de ir e vir, nem todos os cidadãos podem desfrutar dele plenamente. A acessibilidade do trânsito para pessoas com deficiência visual ou auditiva, entre outras, ainda precisa se desenvolver bastante no Brasil. É importante que os alunos sejam conduzidos a refletir sobre essas questões ao longo do trabalho. Ele tratará da propagação do som e da luz

Pessoas com deficiência auditiva podem obter carteira de habilitação, mesmo nos casos de surdez total. O veículo guiado por elas deve ter um adesivo com o símbolo internacional da surdez, informando os motoristas ao redor à respeito da condição do condutor. Pessoas com algumas deficiências visuais também podem obter habilitação, desde que aprovados em testes de acuidade visual.

As cartilhas listadas abaixo podem ser indicadas aos alunos como fonte de pesquisa e reflexões sobre acessibilidade. É importante notar que podem haver variações de normas entre um município e outro; o ideal é encontrar informações referentes ao local da escola.

PARA SABER MAIS: ALUNO

- Cartilha: **Cartilha de acessibilidade**. ANTT. Disponível em: <http://livro.pro/2srauc>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- Cartilha: **Acessibilidade - cartilha de orientação**. CREA-SC. Disponível em: <http://livro.pro/h2jytx>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- Cartilha: **Conheça as regras para arrumar a sua calçada**. PREFEITURA DE SÃO PAULO. Disponível em: <http://livro.pro/cyef7b>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- Cartilha: **Acessibilidade: guia prático para o projeto de adaptações e novas normas**. CONFEA. Disponível em: <http://livro.pro/5s3adn>. Acesso em: 10 nov. 2018.

5. Caixa amplificadora

Design de produto

Design de produto é a atividade de projetar um bem de consumo, como móveis, utensílios e outros. Isso leva em conta desde o formato do objeto até os materiais que serão utilizados para sua construção, entre outros fatores. Nesta atividade, você vai produzir três modelos diferentes de amplificador para celular e, analisando os resultados, projetar um novo modelo de amplificador.

O funcionamento desses equipamentos é similar ao de uma caixa acústica de violão, também chamada de caixa de reverberação. Esse componente é capaz de amplificar a intensidade dos sons produzidos pelas cordas. Embora esse fenômeno seja complexo, é relativamente fácil investigá-lo experimentalmente.



AFRICA STUDIO/SHUTTERSTOCK.COM

• Material

- 1 tubo vazio de batata frita industrializada
- 1 palito de sorvete
- 1 rolo de papel higiênico
- 2 copos plásticos grandes
- fita adesiva
- tesoura com pontas arredondadas
- 1 jarra de vidro
- 1 aparelho celular que reproduza música

• Procedimento

Reúnam-se em grupos de acordo com as orientações do professor.

Modelo 1

1. Recortem um retângulo próximo ao fundo do tubo, de modo que o celular fique encaixado.
2. No lado oposto ao buraco, prendam o palito de sorvete para impedir que a lata role.
3. Encaixem o celular na abertura retangular e coloquem música para tocar.





ALEX SILVA

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

CAIXA AMPLIFICADORA

Esta atividade propõe uma abordagem lúdica ao estudo do som, procurando estimular a manifestação da criatividade dos alunos. A construção dos três modelos visa dirigir seus olhares para as formas dos objetos, os materiais que os constituem e como esses fatores interagem com o som. A partir de suas próprias conclusões, eles devem criar um novo amplificador.

[...]

[...] criatividade é "[...] o processo que resulta na emergência de um novo produto (bem ou serviço), aceito como útil, satisfatório e/ou de valor por um número significativo de pessoas em algum ponto do tempo."

Estudiosos do tema evidenciam que a criatividade está presente em todos os indivíduos, porém, em diferentes medidas, podendo ser desenvolvida em distintos níveis. Sendo assim, pesquisas assinalam que todas as pessoas possuem potencialidades criativas e que estas são passíveis de desenvolvimento e lapidação [...].

[...]

Há elementos que contribuem para a expressão criativa e elementos que inibem e bloqueiam tal expressão no trabalho pedagógico. Tais elementos envolvem as condições concretas da organização do trabalho pedagógico e os fatores de ordem pessoal ou individual que interferem na atuação docente.

[...] No que diz respeito ao domínio cognitivo, há variáveis do ambiente escolar que se constituem bloqueios à manifestação da criatividade. Dentre elas, com base nos autores trabalhados neste texto, podemos citar:

- os raciocínios preconceituosos, estereotipados e as estruturas de pensamento rígidas;
- os crivos austeros de análise do meio e da sociedade;
- a limitação nas interações entre o indivíduo e o contexto;
- a carência de informações e experiências formativas;
- o cultivo à memorização e incentivo à reprodução de ideias.

[...]

Para que o clima escolar seja favorável à expressão de habilidades criativas é fundamental que o processo de manifestação e desenvolvimento da criatividade seja intencional e objetivamente desenvolvido. [...]

[...]

PADILHA, R. C. H. W. Criatividade no ambiente escolar. **Unicentro Paraná**. Disponível em: <http://repositorio.unicentro.br:8080/jspui/bitstream/123456789/975/5/Criatividade%20no%20ambiente%20escolar%20%282%29.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2018.

Modelo 2

1. Recortem um círculo na lateral dos copos, de modo que o rolo de papel higiênico fique encaixado.
2. Recortem um retângulo no centro do rolo, de modo que o celular fique encaixado.
3. Encaixem os copos no rolo e fixem com fita adesiva.
4. Encaixem o celular no rolo e coloquem música para tocar.





ILUSTRAÇÕES: ALEX SILVA

Modelo 3

1. Coloquem o celular dentro da jarra de vidro e coloquem música para tocar.



REFLEXÕES

1. Qual dos modelos apresentou melhor resultado, na opinião de vocês?
2. Qual é a importância dos materiais e do formato do amplificador para a amplificação do som? Eles afetam a qualidade do som?
3. Com base nas respostas anteriores, projetem um novo modelo de amplificador, com os materiais e o formato que julgarem mais adequados. Vocês podem testar novos materiais e construir protótipos antes de definir o modelo final.
4. No dia combinado, cada grupo deve apresentar o amplificador que desenvolveu e explicar por que optou por aqueles materiais e aquele formato.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Reflexões

1. Resposta variável. Perguntar aos estudantes se eles consideram importante criar um método padronizado para testar os equipamentos produzidos – por exemplo, tocando sempre as mesmas músicas, no mesmo volume. É importante que eles reflitam sobre a importância da confiabilidade dos resultados desses testes, pois as conclusões construídas pela análise dos aparelhos vão guiar a construção do novo produto.

2. Resposta variável. A rigidez do material tem bastante influência no resultado; materiais muito macios absorvem mais as ondas sonoras e não contribuem tanto para a reverberação quanto materiais mais rígidos. Em materiais muito rígidos, porém, os sons podem soar distorcidos. Esse efeito pode ser percebido comparando a amplificação produzida pela jarra de vidro com a amplificação produzida pelos outros dois modelos. Materiais lisos refletem o som melhor do que materiais rugosos.

3 e **4.** Estimular os estudantes a capricharem no produto, como se estivessem apresentando o projeto para possíveis investidores. É importante que tenham liberdade para desenvolver suas ideias e que, ao apresentá-las, expliquem as razões que motivaram a escolha dos materiais e do formato. Ouvir as ideias apresentadas e avaliar como os alunos relacionam os conceitos estudados com o funcionamento do equipamento.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Vídeo: **Ondas e som: eco e reverberação.** Produzido por: Pura Física. Brasil, 2017. Disponível em: <http://livro.pro/qh75z8>. Acesso em: 10 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

CORES E LUZES

Nesta atividade, os alunos executam um experimento que permite constatar que a cor de um objeto está relacionada também à cor da luz que o ilumina; consequentemente, contribui para o desenvolvimento da **habilidade EF09CI04**. Esta atividade pode ser empregada para iniciar o estudo da percepção de cores, antes de o assunto ser abordado formalmente, ou após o estudo, como maneira de avaliar a compreensão dos estudantes acerca dos conceitos envolvidos.

Convém empregar objetos de cores variadas na atividade. A presença de um objeto de cada cor primária é interessante, pois permite tirar conclusões sobre absorção e reflexão da luz mais facilmente.

6. Cores e luzes

Experimento

Quando um objeto é iluminado por luz branca, parte das cores é absorvida e parte é refletida, e isso determina a cor com que percebemos o objeto. Se o objeto for iluminado por cores diferentes, a cor dele se mantém a mesma? Nesta atividade, vamos realizar um experimento para responder a essa questão.

• Material

- 3 luminárias, cada uma com lâmpada de uma cor primária (azul, verde e vermelha)
- anteparo branco (parede, por exemplo)
- 1 objeto preto, 1 branco e outros de cores diversas



• Procedimento

Formem grupos de acordo com as orientações do professor.

1. Criem um quadro como o da referência a seguir e escrevam o nome e a cor de cada objeto quando iluminado por luz branca.

2. Conversem entre si e façam uma previsão da cor que cada objeto terá quando iluminado por cada uma das cores primárias.

Objeto	Cor do objeto sob luz:						
	branca	vermelha		verde		azul	
		previsão	resultado	previsão	resultado	previsão	resultado

3. Apaguem a luz da sala e acendam somente uma das luminárias. Iluminem os objetos e verifiquem se a cor deles corresponde à previsão de vocês. Em seguida, apaguem essa luminária e repitam o procedimento usando outra.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

REFLEXÕES

1. Analisando os resultados, é possível dizer que a cor de todos os objetos depende da luz que os ilumina? Expliquem sua resposta.

2. O que deve acontecer com a cor dos objetos se eles forem iluminados pelas três luminárias ao mesmo tempo? Façam uma previsão e testem a resposta.

Reflexões

1. Exceto pelos objetos pretos, que continuam pretos independentemente da cor da luz que os ilumina, os outros devem apresentar cores diferentes em função da luz que os ilumina. Isso se deve às faixas do espectro que a superfície é capaz de absorver ou refletir. Um objeto que, quando iluminado por luz branca, absorve o vermelho e o azul, por exemplo, parecerá preto se for iluminado por luzes dessas cores.

2. Ao serem iluminados pelas três cores primárias, os objetos devem ter as mesmas cores que apresentam quando iluminados por luz branca. Esse resultado pode variar um pouco em função das características das lâmpadas.

7. Usos das ondas eletromagnéticas

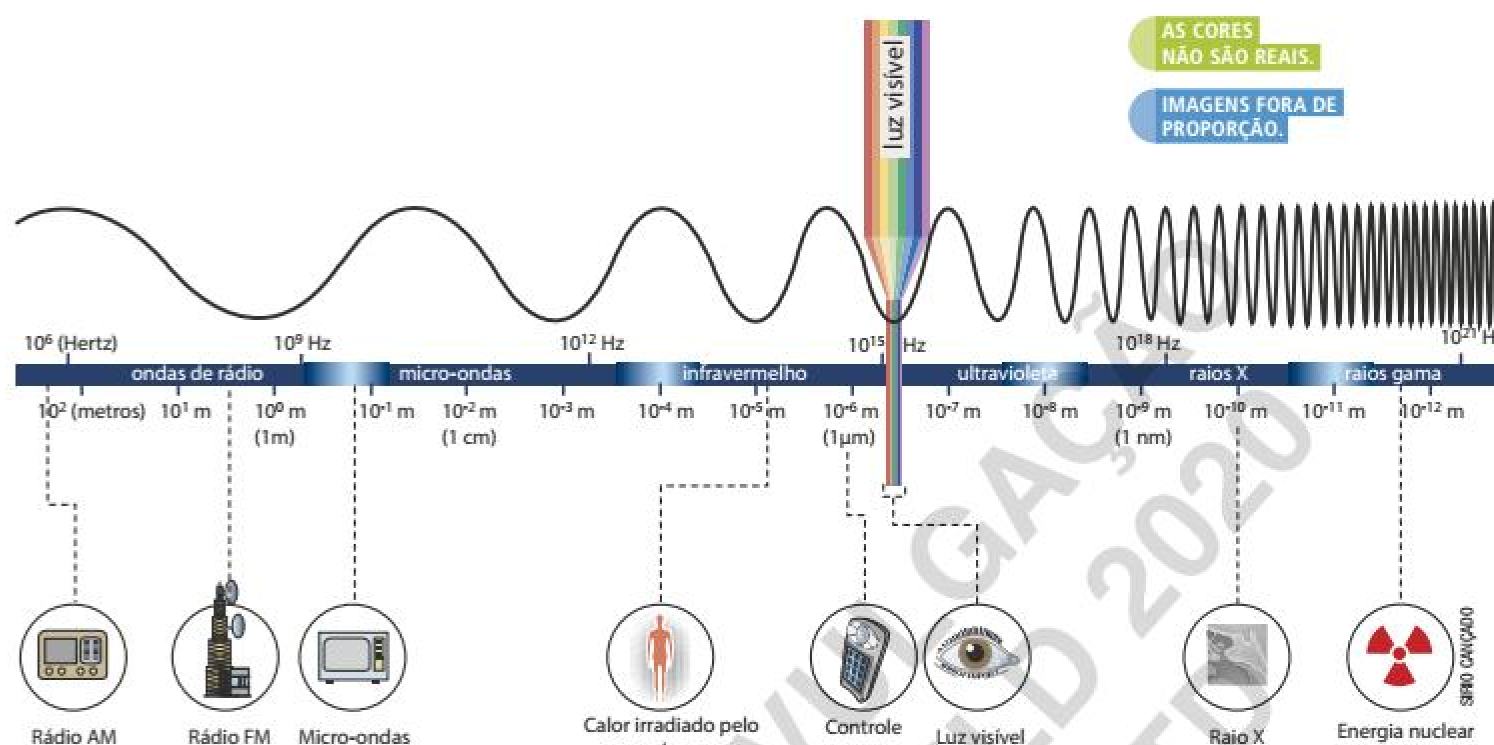
Pesquisa

As ondas eletromagnéticas apresentam diferentes características ao longo de todo o espectro eletromagnético. Em decorrência disso, diferentes faixas do espectro são utilizadas em tecnologias diversas. Nesta atividade, você e seus colegas vão conhecer mais a fundo essa diversidade tecnológica.

Formem grupos segundo as instruções do professor. Cada grupo ficará responsável por uma das seguintes faixas do espectro eletromagnético:

- Ondas de rádio;
- Micro-ondas;
- Infravermelho;
- Luz visível;
- Ultravioleta;
- Raios X;
- Raios gama.

Cada grupo deve pesquisar pelo menos três exemplos diferentes de tecnologias que empreguem a faixa do espectro atribuída. Procurem saber quando e onde a tecnologia foi criada, qual é a utilidade e a importância dela. Reúnam essas informações com imagens das tecnologias e montem um cartaz para apresentar para os outros grupos.



DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

USOS DAS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

Esta atividade retoma a importância das tecnologias que empregam ondas eletromagnéticas e pode ser empregada no desenvolvimento das **habilidades EF09CI06** e **EF09CI07**.

A atividade sugere a apresentação dos resultados das pesquisas na forma de cartaz, mas é importante discutir com a turma sobre outras formas possíveis de apresentação que os estudantes julgarem mais interessantes.

Atentar para a variedade de tecnologias apresentadas pelos estudantes e, após a apresentação de todos os grupos, propor uma conversa coletiva sobre o desenvolvimento dessas tecnologias, considerando desde os exemplos mais antigos apresentados até os mais recentes. Essa conversa pode ser expandida sugerindo que os alunos façam uma especulação sobre possíveis tecnologias que possam ser desenvolvidas no futuro. Encaminhar a conversa com perguntas como: "Que problemas atuais as tecnologias que empregam ondas eletromagnéticas podem nos ajudar a resolver?", "Que riscos essas tecnologias oferecem às pessoas, sociedades e ambiente?", entre outras.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

MAIS

Contato. Esse filme, já considerado um clássico da ficção científica, aborda de maneira instigante e inteligente diversas questões sobre a busca por vida inteligente fora da Terra, abordando diversos conceitos científicos - embora nem sempre com rigor conceitual. Pode ser utilizado para despertar o interesse dos estudantes no assunto, tanto nesta Unidade quanto na Unidade 6.

Are You Lost In The World Like Me? O videoclipe dessa música espalhou-se de maneira viral pelas redes sociais do mundo todo, o que pode sugerir que muitas pessoas concordam, ao menos em parte, com as críticas expostas no vídeo. Pode ser empregado para debater com a turma os efeitos do uso indiscriminado das tecnologias de comunicação digital.

Sampulator. O *site* oferece uma versão virtual de um sampleador, equipamento eletrônico que utiliza sons previamente gravados para compor bases e batidas. Oferece a possibilidade de uma abordagem lúdica ao estudo do som.

Espectro auditivo humano. Esse vídeo curto pode ser empregado para investigar com a turma a faixa do espectro sonoro que podemos ouvir. Embora não seja um teste preciso, permite constatar que nosso sistema auditivo apresenta sensibilidades diferentes ao longo do espectro. Recomenda-se o uso de fones de ouvido para realização do teste.

Como as paletas de cores determinam o clima dos filmes. O uso das cores é determinante nas artes plásticas. A influência das cores para o cinema é enorme, e pode ser discutida a partir das considerações apresentadas nesse *site*.

MAIS

FILME

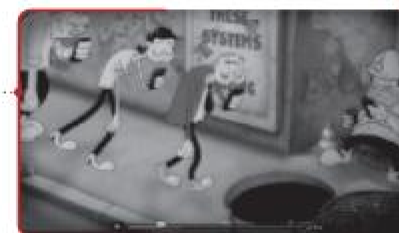
- **Contato**
  Direção: Robert Zemeckis, 1997.


BROTHERS/COURTESY EVERETT COLLECTION / FOTOARENA

Com base em um livro homônimo de sucesso escrito pelo físico Carl Sagan, essa ficção científica retrata a vida de uma pesquisadora que, usando um avançado sistema de radares, capta mensagens misteriosas vindas do espaço.

VÍDEO

- **Are you lost in the world like me?, da banda Moby & The Void Pacific Choir**

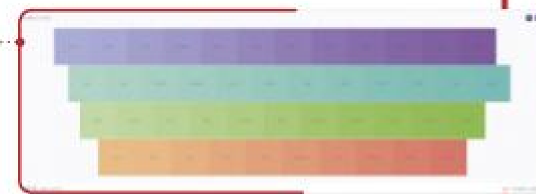

STEVE CUTTS

A animação no videoclipe desta canção, cujo nome significa "Você está perdido no mundo como eu?", traz críticas contundentes ao uso excessivo do *smartphone*, em especial no que diz respeito às redes sociais.

Disponível em: <http://livro.pro/m9ejaq>. Acesso em: 15 out. 2018.

SITES

- **Sampulator**


©STEVESPACED (STEVEN DOYLE)

Este *site* simula um equipamento de DJ e permite criar diversas batidas e músicas a partir do teclado. Para gravar uma faixa, basta pressionar a tecla "*shift*".

Disponível em: <http://livro.pro/eq67g9>. Acesso em: 15 out. 2018.

- **Espectro auditivo humano**

A faixa do espectro sonoro que conseguimos ouvir muda ao longo da vida. Conforme ficamos mais velhos, sons muito agudos vão se tornando inaudíveis. Este vídeo apresenta sons gerados por um osciloscópio desde 20 Hz até 20.000 Hz. Você consegue ouvir o espectro todo?

Disponível em: <http://livro.pro/dkoxi9>. Acesso em: 15 out. 2018.

- **Como as paletas de cores determinam o clima dos filmes**

A escolha da paleta de cores em um filme é determinante para comunicar as emoções que o diretor pretende. Esta matéria apresenta as paletas de cores de alguns filmes famosos e analisa a importância delas.

Disponível em: <http://livro.pro/88nqdq>. Acesso em: 15 out. 2018.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

FIM DE PAPO



1. Retome suas respostas às questões da abertura da Unidade.
   - Você alteraria alguma das suas respostas? Se sim, como e por quê?
2. Usando as palavras do quadro, responda à seguinte questão: O que o som e a luz têm em comum?

meio material	ondas	vácuo
mecânica	eletromagnética	velocidade

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Respostas

1. Espera-se que os estudantes revisem as respostas que deram inicialmente às questões da abertura e as alterem ou complementem, de acordo com o que aprenderam. Ao confrontarem o que sabiam sobre o assunto antes e depois do estudo da Unidade, os alunos têm um estímulo para desenvolver a metacognição. Essa atividade pode ser feita em grupos, estimulando a colaboração entre os alunos para o esclarecimento de dúvidas.

2. Resposta variável. Esta atividade tem o intuito de desenvolver a capacidade de síntese dos estudantes. Ao elaborar a resposta, espera-se que utilizem e relacionem os principais conceitos estudados de modo a explicitar a importância das máquinas em suas atividades cotidianas e para a sociedade como um todo. Possibilidade de resposta: Tanto o som quanto a luz são fenômenos ondulatórios. O som é formado por ondas mecânicas, que dependem de um meio material para se propagar. A luz é composta por ondas eletromagnéticas, que podem se propagar no vácuo. A velocidade da luz é muito maior que a do som.

Para complementar o fechamento da Unidade, pode ser proposta a produção coletiva de um material que simbolize o que foi estudado, segundo a opinião dos estudantes. Pode ser um texto escrito com a colaboração de todos, uma pintura, um vídeo, uma escultura etc. Realizando esse trabalho ao final de todas as Unidades, será possível acumular os materiais produzidos e criar uma exposição para a turma no final do ano letivo. Essa atividade propicia um momento de reflexão sobre o que foi estudado, no qual os alunos podem expor suas opiniões sobre a importância dos assuntos abordados, as dificuldades que tiveram, entre outros.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

FIM DE PAPO

Aproveitar essa seção para revisar o conteúdo estudado e avaliar a compreensão dos estudantes. Pedir à turma que observe as informações ilustradas e classifique cada um dos itens da seguinte maneira:

- Compreendi bem.
- Entendi, mas tenho dúvidas.
- Não entendi.

Essa classificação pode ser feita individual ou coletivamente, pela criação de uma tabela na lousa. Outra opção é reunir os alunos em grupos, de modo que possam conversar entre si sobre suas dúvidas. Verificar quais assuntos originaram mais dúvidas e avaliar como retomá-los para esclarecê-las.

PROPOSTA DA UNIDADE

Essa Unidade, de certa forma, propõe uma sistematização das informações que já foram apresentadas ao longo da coleção sobre os principais problemas ambientais enfrentados pela humanidade na atualidade. Ela permite também a reflexão sobre formas de reduzir os efeitos danosos das ações humanas sobre o ambiente, trazendo, mais uma vez, o conceito de sustentabilidade para a discussão.

A Unidade foi estruturada de modo que os alunos reconheçam que o crescimento populacional causou impactos no ambiente, pois, o aumento do número de pessoas no mundo e o modelo da sociedade baseada no consumo de bens descartáveis implicam maior exploração dos recursos naturais, maior produção de resíduos e maior ocupação do ambiente natural.

Embora existam muitos problemas ambientais decorrentes das atividades humanas, cabe a nós propor iniciativas e soluções para recuperar o ambiente e contribuir para um mundo melhor às próximas gerações. Diversas atividades permitem o trabalho com a cidadania e a consciência ecológica, valorizando a educação ambiental e o desenvolvimento sustentável.



Como podemos cuidar melhor do planeta?

Filhote de tartaruga-da-amazônia (*Podocnemis expansa*) sendo solto por ribeirinho em colaboração ao Projeto Quelônios da Amazônia (PQA), em Rodrigues Alves (AC), 2017.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

HABILIDADES p. XXIII

- EF09CI12
- EF09CI13

COMPETÊNCIAS

GERAIS p. VII

- 4, 5, 7 e 10.

ESPECÍFICAS p. XII

- 3, 6 e 8.

CONTEÚDOS CONCEITUAIS

- Crescimento populacional e impacto ambiental.
- Principais problemas ambientais.
- Possíveis soluções.
- Unidades de conservação.

O Programa Quelônios da Amazônia (PQA), iniciativa de conservação da biodiversidade coordenada pelo Ibama, alcançou em 2018 a marca de 79,4 milhões de filhotes nascidos em razão do manejo realizado por analistas ambientais do Instituto, técnicos de instituições parceiras e comunidades ribeirinhas. O período de desova das espécies protegidas pelo PQA é de agosto a fevereiro.

[...]

Os estoques de quelônios são historicamente ameaçados por fatores como a destruição de *habitats*, processos predatórios e uso descontrolado. A pesquisa, a proteção e o manejo orientados à conservação têm como objetivo a recuperação populacional das espécies mais representativas da região amazônica.

IBAMA. **Programa Quelônios da Amazônia**: 80 milhões de filhotes em 39 anos. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/noticias/436-2018/1430-programa-quelonios-da-amazonia-80-milhoes-de-filhotes-em-39-anos>. Acesso em: 5 nov. 2018.

PARA INÍCIO DE CONVERSA

1. Na sua opinião, qual é a importância da existência de projetos como o Programa Quelônios da Amazônia (PQA)?
2. Na região onde você mora, há projetos ou ações voltadas à conservação ambiental? Se houver, cite quais são.
3. Projetos socioambientais, como o PQA, contam com a participação de membros das comunidades locais. De que forma a comunidade pode contribuir com esses projetos? Nessas parcerias, quais são as vantagens para o projeto? E para as comunidades?

ANDRE DIB/PULSAR IMAGENS

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

PARA INÍCIO DE CONVERSA

1. Resposta pessoal. Espera-se que os alunos mencionem a conservação do ambiente e da biodiversidade.

2. Resposta pessoal. Incentivar a participação dos alunos.

3. Resposta pessoal. Explicar que o envolvimento das comunidades em projetos socioambientais pode se dar em diferentes momentos: compreensão do problema, identificação das soluções a serem implementadas, desenho do projeto e/ou sua implantação. Espera-se que os alunos reconheçam que o envolvimento da comunidade local amplia as ações e coopera com a educação ambiental, o que é importante para a proteção da natureza, principais objetivos desse tipo de projeto, aliando as ações ambientais com os interesses sociais.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

A imagem da abertura da Unidade apresenta aos alunos uma das ações desenvolvidas pelo Programa Quelônios da Amazônia (PQA): a soltura de filhotes de tartarugas-da-amazônia, quelônios de água doce. Comentar que esse programa envolve a participação da comunidade local, promovendo um trabalho de educação ambiental importante, o qual contribui para o desenvolvimento da consciência ecológica e o reconhecimento da necessidade de proteger a biodiversidade. Em projetos como este, o ideal é que o envolvimento da comunidade ocorra da forma mais dialógica possível, estimulando a troca de ideias, a colaboração e a partilha de responsabilidades dentro do que for possível.

Se julgar oportuno, comentar que, a partir do século XVII, as populações desses animais passaram a ser excessivamente ameaçadas pelos colonizadores europeus. Os ovos desses quelônios eram coletados e usados para fazer óleo, que era enviado para as cidades europeias e utilizado para iluminação.

O PQA foi criado em 1979 para conter a exploração econômica predatória da tartaruga-da-amazônia no país e reverter o quadro de diminuição da população desses animais. Na seção **Para saber mais: professor e aluno**, há um *link* com informações do Programa Quelônios da Amazônia.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR E ALUNO

- Texto: **Programa Quelônios da Amazônia**. IBAMA. Disponível em: <http://livro.pro/qh2598>. Acesso em: 15 nov. 2018.

CRESCIMENTO POPULACIONAL E IMPACTO AMBIENTAL

O assunto abordado nessa dupla de páginas permite a integração com a Geografia. Se julgar oportuno, propor um trabalho em conjunto com essa disciplina. Explorar os termos do glossário com os alunos. Para eles entenderem os motivos do crescimento exponencial da população humana é necessário que compreendam como as taxas de natalidade, de mortalidade e a expectativa de vida se relacionam.

Comentar que na Antiguidade não havia os conhecimentos sobre prevenção de doenças que existem hoje. Dessa forma, doenças como varíola, cólera e peste bubônica dizimaram grande parcela da população.

O avanço nas áreas da saúde e na produção de alimentos permitiu que a taxa de mortalidade diminuísse e a expectativa de vida aumentasse.

Explorar o gráfico que mostra o aumento da expectativa de vida ao longo do tempo. Perguntar quais continentes apresentam, respectivamente, a maior e a menor expectativa de vida. Se julgar oportuno, pedir aos alunos que pesquisem em livros ou na internet qual é a expectativa de vida dos brasileiros. Na seção **Para saber mais: professor**, há *links* com informações sobre o assunto.

Crescimento populacional e impacto ambiental

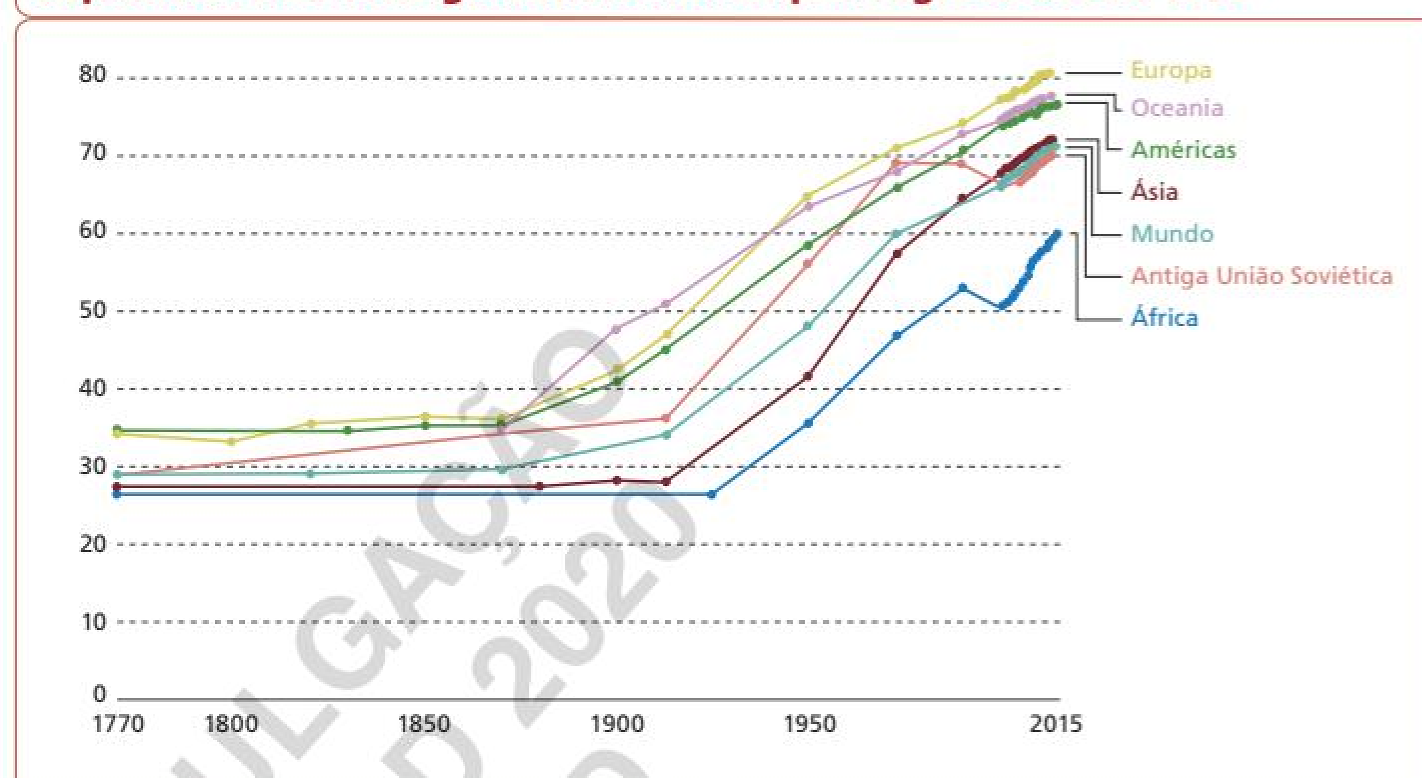
No início da civilização humana, embora houvesse alta **taxa de natalidade**, também havia alta **taxa de mortalidade** e baixa **expectativa de vida**. Havia muitos fatores, como doenças e falta de alimentos, que cooperavam com o elevado número de mortes e a baixa expectativa de vida dos indivíduos e limitavam o crescimento populacional. Dessa forma, naquela época a população crescia de modo lento e gradual.

Na era moderna, contudo, esse quadro mudou: a taxa de natalidade continuou alta, mas a taxa de mortalidade diminuiu, e a expectativa de vida aumentou devido, principalmente, aos avanços tecnológicos nas áreas de saúde e produção de alimentos. Isso ocasionou um aumento significativo da população humana mundial.

Atualmente, somos quase 8 bilhões de pessoas no mundo (éramos 7,6 bilhões no ano de 2017). A taxa de natalidade diminuiu nos últimos anos em muitos países devido às mudanças sociais, econômicas e culturais decorrentes principalmente do processo de urbanização, mas a expectativa de vida aumentou. Estima-se que no mundo existam mais de 1 bilhão de pessoas com 60 anos ou mais de idade.

Taxa de natalidade: número de nascimentos em uma população em determinado período de tempo.
Taxa de mortalidade: número de mortes em uma população em determinado período de tempo.
Expectativa de vida: número de anos aproximado que os indivíduos de uma população podem atingir.

Expectativa de vida global e dividida por regiões desde 1770



Fonte: ROSER, M. **Life Expectancy**. Disponível em: <https://ourworldindata.org/life-expectancy>. Acesso em: 12 out. 2018.

Gráfico da expectativa de vida global e em algumas regiões do mundo. Perceba que a expectativa de vida vem aumentando principalmente a partir da segunda metade do século XX.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Matéria: Expectativa de vida do brasileiro sobe para 75,8 anos. MARLI, Mônica. **Agência IBGE Notícias**, 2018. Disponível em: <http://livro.pro/ofnmfx>. Acesso em: 12 nov. 2018.
- Artigo: Cada vez mais velha, população brasileira chega a 208 milhões. VETTORAZZO, Lucas. **Folha de S.Paulo**, 2018. Disponível em: <http://livro.pro/js55pa>. Acesso em: 12 nov. 2018.

E qual o impacto do crescimento populacional da humanidade sobre o meio ambiente?

O raciocínio é simples: numa sociedade predominantemente marcada pelo consumo de bens, quanto maior o número de pessoas no planeta, maior a demanda de alimentos, de recursos naturais, de consumo de água e maior a produção de resíduos sólidos e de esgoto. Todas essas demandas levam o ser humano a uma crescente ocupação e transformação dos ambientes e paisagens naturais. A competição do ser humano com outros seres vivos por espaço vem reduzindo as áreas naturais do planeta e levando diversas espécies à extinção.

Viver com qualidade e garantir recursos para as próximas gerações são alguns dos maiores desafios da população humana atualmente.

LEWIS TSE PUI LUNG/SHUTTERSTOCK.COM



Pessoas em Tóquio (Japão), 2018. Em uma sociedade baseada no consumo, o aumento populacional implica no aumento da exploração ambiental e na sobrecarga do planeta.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Certificar-se de que os alunos compreenderam quais são os impactos no ambiente causados pelo aumento da população. Ressaltar que o modo em que a sociedade está baseada é o grande vilão para o ambiente, pois o consumo de bens (na sua maioria bens descartáveis) tem impacto direto na exploração de recursos naturais e na produção de resíduos. Isso leva a uma sobrecarga do planeta. Estudos indicam que, se a estimativa populacional para as próximas décadas se concretizar e se o estilo de vida atual for mantido, serão necessários quase 3 planetas Terra para prover os recursos de que necessitaremos. Proponha uma discussão sobre o assunto. Na seção **Para saber mais: professor**, há um *link* com informações sobre esse assunto que podem ser interessantes nas conversas em sala de aula. A **atividade 3** da seção **Mergulho no tema** permite falar sobre a conservação da natureza, abordando a preocupação em conservá-la para a nossa geração e para as gerações futuras.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Matéria: Banco Mundial: serão necessários 3 planetas para manter atual estilo de vida da humanidade. **ONUBR**, 2016. Disponível em: <http://livro.pro/ks9w2i>. Acesso em: 12 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ATIVIDADES

1. a) O aumento é de 32% (ou 2,4 bilhões de pessoas).

b) 8,5 bilhões de pessoas.

c) A China. Espera-se que os alunos busquem saber de qual país é a bandeira representada no segundo lugar do pódio.

d) Mais pessoas no mundo implica na maior exploração dos recursos naturais e na maior ocupação do ambiente natural por construções ou atividades humanas.

e) Resposta pessoal. No momento, a intenção é levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre desenvolvimento sustentável.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

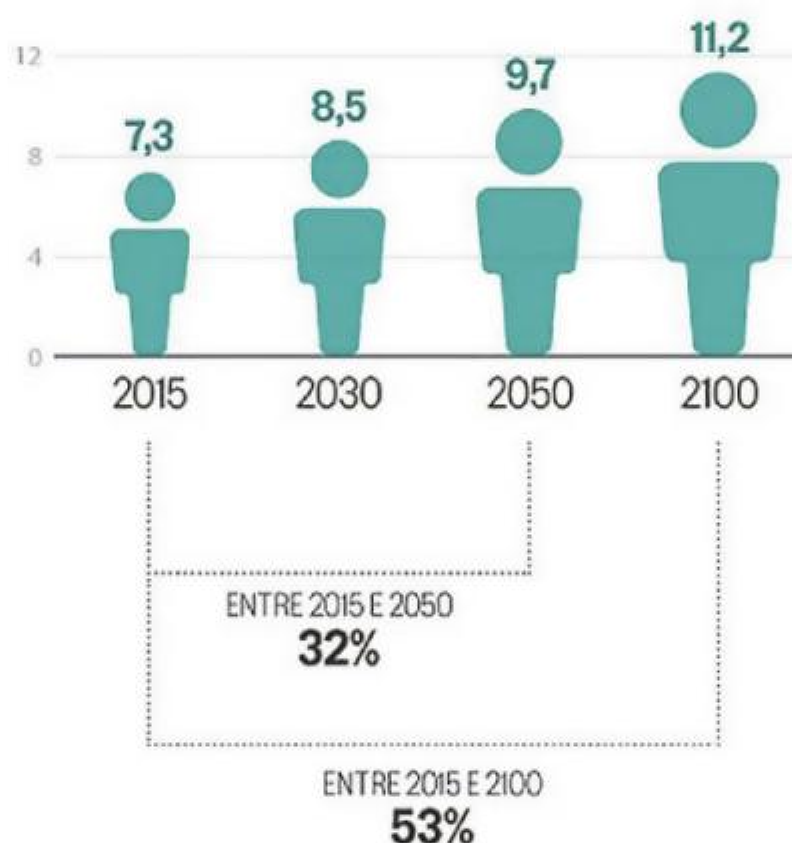
EU IMAGINO O FUTURO

Propor aos alunos que se imaginem no ano de 2100. Eles devem considerar que as previsões para o aumento da população mundial foram confirmadas e o estilo de vida com base no consumo continua o mesmo. Pedir a eles que escrevam um texto, no qual descrevam como estaria o mundo, quais seriam os principais problemas ambientais enfrentados e como a humanidade estaria lidando com esses problemas. Essa atividade pode ser trabalhada em conjunto com a disciplina de Língua Portuguesa. Os alunos podem empregar diferentes gêneros textuais, desde a ficção ao texto jornalístico. Para enriquecer a atividade, pode ser proposta uma conversa sobre o assunto antes da elaboração do texto. Assim, os alunos podem trocar ideias e refletir sobre as ações humanas que geram impactos ambientais e possíveis iniciativas para reverter os danos causados. Combinar com a classe o dia para trazerem o texto finalizado. Nesse dia, os alunos podem compartilhar a redação com os colegas.

ATIVIDADES

NÃO ESCREVA NO LIVRO.

1. Analise o infográfico a seguir com as previsões de crescimento da população mundial. Depois, responda às questões.



ÍNDIA VAI SE TORNAR O PAÍS MAIS POPULOSO DO MUNDO ATÉ 2022



Fonte: POPULAÇÃO mundial vai crescer 53% e chegar a 11,2 bilhões em 2100, diz relatório da ONU. **O Globo**. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/sociedade/sustentabilidade/populacao-mundial-vai-crescer-53-chegar-112-bilhoes-em-2100-diz-relatorio-da-onu-17003177>. Acesso em: 12 out. 2017.

a) Qual é a previsão de aumento da população mundial entre os anos de 2015 e 2050?

b) Qual é a estimativa da população mundial em 2030?

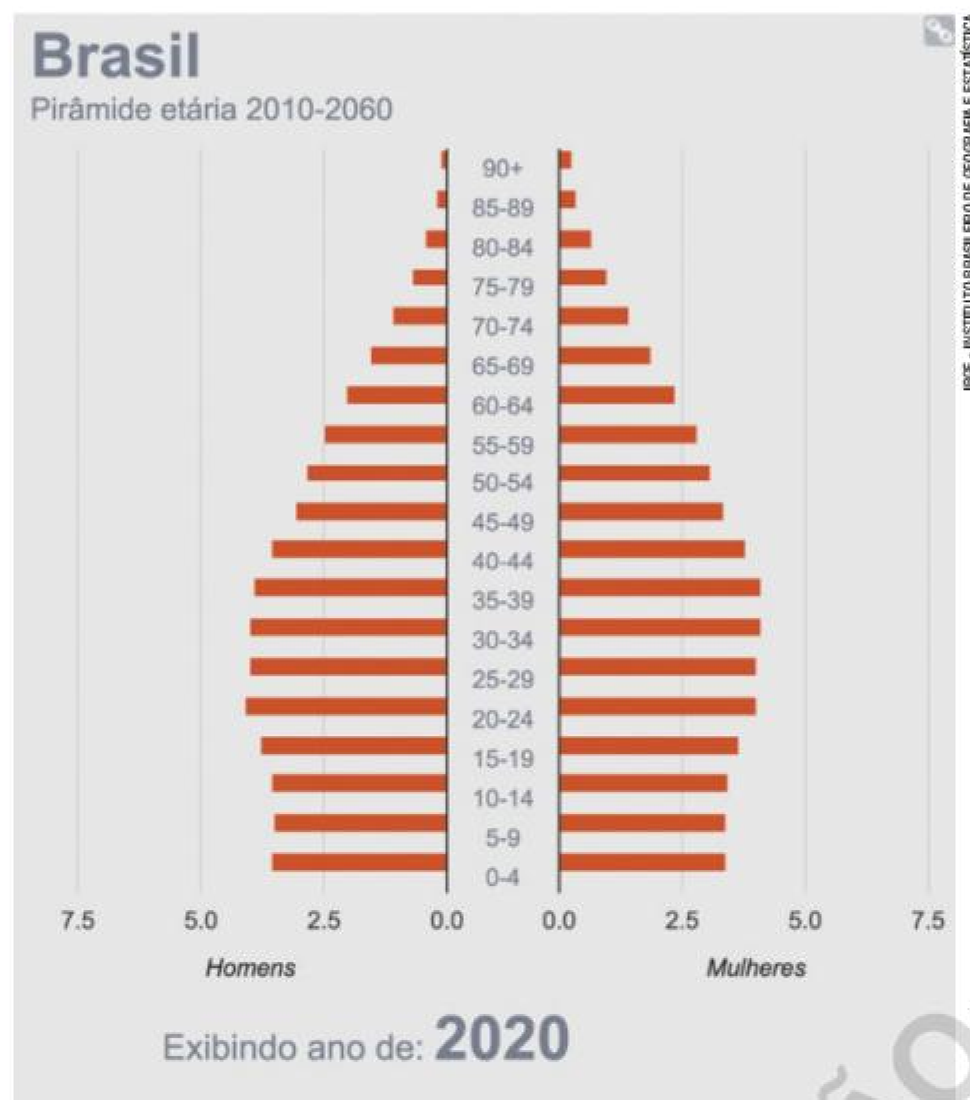
c) De acordo com as previsões, qual será o segundo país mais populoso do mundo até 2022? Como você descobriu isso?

d) Como o aumento da população mundial afeta o ambiente?

e) Na sua opinião, é possível conciliar o aumento da população humana com a preservação e conservação ambiental? Explique.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

2. Pirâmide etária é um gráfico que permite analisar a distribuição da população de um país ou de uma região, agrupando os habitantes em faixas de idade e dividindo-os por sexo. As barras na porção inferior do gráfico representam a população mais jovem e as barras na porção superior, a população com mais idade. Os dados do lado direito do eixo se referem à população feminina e, os dados do lado esquerdo, à população masculina. A análise desses gráficos permite avaliar uma população, identificando se há alta taxa de natalidade, por exemplo, ou fazer projeções, ajudando o planejamento de políticas públicas e a tomada de decisão.



Fonte: IBGE. **Projeto da população do Brasil e das Unidades da Federação.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>. Acesso em: 12 out. 2018.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Analise a pirâmide etária para o Brasil, projetada para o ano de 2020. Depois, responda às questões.

a) Em qual faixa etária se concentra a maior parte da população brasileira: 0 – 9 anos, 10 – 19 anos, 20 – 39 anos, 40 a 59 anos ou 60 a 79 anos? Justifique a resposta.

b) O que esse gráfico permite prever sobre a população brasileira nos próximos anos?

3. A espécie humana tem uma grande capacidade de adaptação. Dessa forma, os seres humanos são capazes de viver em diferentes lugares do planeta.

- Associe a capacidade de adaptação da espécie humana à ocupação e exploração dos ambientes naturais.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

2. Certificar-se de que os alunos compreenderam o que é uma pirâmide etária e que informações ela apresenta. Ajudar os alunos na análise dos dados. É importante que eles compreendam que uma pirâmide no formato como a desta atividade indica que há uma maior proporção de adultos, permitindo prever que, no futuro, haverá um grande número de idosos.

a) Na faixa dos 20 aos 39 anos de idade. Os alunos devem observar as faixas mais compridas.

b) Que nos próximos anos haverá um maior número de idosos. Professor, essa questão pode ser enriquecida e ampliada com a **Atividade complementar** sugerida a seguir e com o texto sugerido na seção **Para saber mais: professor**.

3. Espera-se que os alunos associem a presença do ser humano nos mais diversos ambientes (desde geleiras e desertos até florestas tropicais) à sua capacidade de ocupação, modificação e exploração dos ambientes naturais. Se julgar oportuno, enriquecer a atividade mostrando aos alunos fotos que retratem a presença dos seres humanos nos diversos ambientes: em ambientes extremamente frios, como Alaska e Groelândia, nas florestas tropicais (Congo, Amazônia), nos desertos (Saara, Atacama) etc.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

COMO ESTÁ A POPULAÇÃO DO BRASIL?

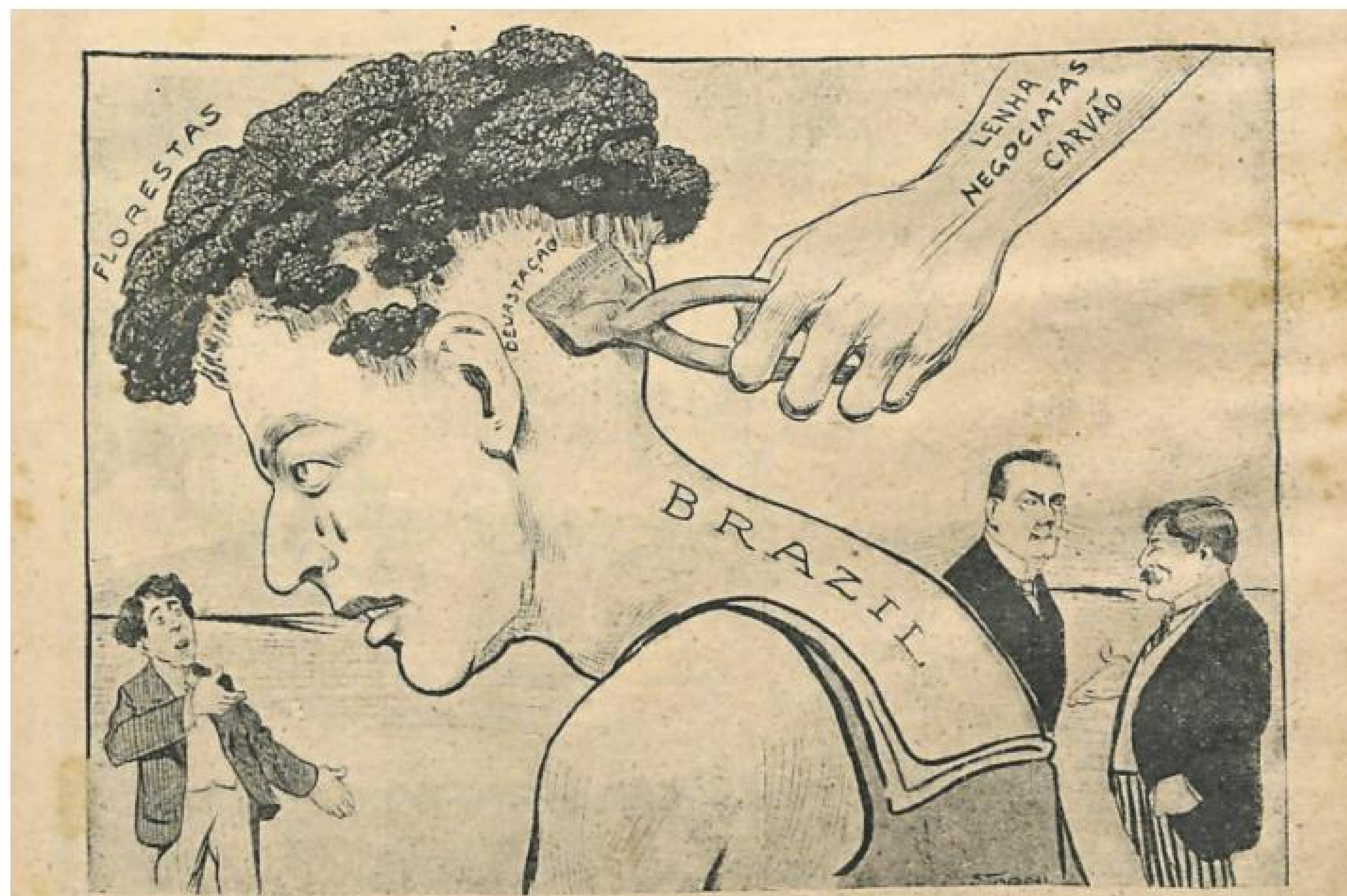
Se houver possibilidade, explorar com os alunos o site do IBGE (cujo endereço está na questão **2**. Nessa página, há um painel que mostra o número de habitantes no Brasil em tempo real. Aproveitar para retomar a conversa sobre crescimento populacional e impactos ambientais. Depois, analisar com os alunos diversas pirâmides etárias. Nesse *site* é possível escolher o município brasileiro e o ano para obter o gráfico correspondente. Aproveitar para explorar os conceitos de taxa de natalidade, taxa de mortalidade e expectativa de vida. Esse assunto pode ser trabalhado de forma integrada com a disciplina de Geografia.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Matéria: Estas são as décadas em que o Brasil começou a mudar (de fato). ABRANTES, Talita; SANTOS, Bárbara Ferreira. **Exame**, 2016. Disponível em: <http://livro.pro/qnejmo>. Acesso em: 17 nov. 2018.

Principais problemas ambientais

Os principais problemas ambientais da atualidade são decorrentes das atividades humanas. As mais variadas atividades humanas estão relacionadas principalmente com a ocupação do ambiente natural para construção de habitações, obtenção de alimento e exploração dos recursos naturais para fabricação dos diversos objetos usados no nosso dia a dia. Assim, de forma simplificada, podemos dizer que os problemas ambientais são decorrentes principalmente da urbanização, da agropecuária e da industrialização, e também do modo de vida da nossa sociedade baseado no consumo de bens descartáveis.



BIBLIOTECA NACIONAL, RJ

Charge com abordagem crítica ao desmatamento, publicada no jornal **O malho**, no início do século XX.

Engana-se quem pensa que os problemas ambientais são questões recentes. Talvez a diferença entre os prejuízos ambientais causados no passado e os praticados atualmente resida no fato de que antigamente as pessoas não tinham consciência de que os recursos da Terra poderiam acabar e o planeta tinha uma capacidade limitada de se recuperar dos danos causados a ele, nem que a devastação ambiental afetaria o modo de vida, a saúde e até a sobrevivência da própria humanidade. Atualmente, porém, esse conhecimento existe e deve ser divulgado para atingir o maior número de pessoas possível para, dessa forma, tentarmos diminuir e até reverter parte dos danos que causamos ao ambiente.

Os problemas ambientais ocorrem por desequilíbrios nos ecossistemas. Esses desequilíbrios, por usa vez, são decorrentes de alterações abióticas e bióticas. Como nos ecossistemas os componentes abióticos estão intimamente relacionados com os bióticos, alterações nos elementos físico-químicos do ambiente levam a modificações na distribuição dos seres vivos e vice-versa. Analisaremos, a seguir, os dois tipos de alterações separadamente para facilitar o estudo.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

PRINCIPAIS PROBLEMAS AMBIENTAIS

Explicar que todos os seres vivos modificam o ambiente onde vivem. Um tatu, por exemplo, cava o solo para construir a sua toca. Entretanto, o ambiente é capaz de se recuperar de certas alterações e restabelecer o seu equilíbrio. Porém, os efeitos danosos de algumas atividades humanas superam em muito a capacidade de recuperação do ambiente e, nessas situações, instalam-se os problemas ambientais. Pedir aos alunos que observem a charge feita no início do século XX. Incentivá-los a dizer o que entenderam sobre ela. Perguntar: Qual problema ambiental está sendo representado nessa charge? O que motivou a retirada das árvores? Por que o moço que representa as florestas brasileiras está chorando?

Incentivar os alunos a citar outras consequências da urbanização, da agropecuária e da industrialização. Incentivá-los a discutir como o nosso modo de vida coopera para os problemas ambientais enfrentados na atualidade. A **atividade 4** da seção **Mergulho no tema** permite ampliar e enriquecer esse assunto, propondo aos alunos que avaliem o seu impacto sobre o planeta.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

Em integração com a disciplina de Língua Portuguesa, pedir que os alunos elaborem uma charge retratando um problema ambiental atual. Para tanto, eles devem pesquisar quais são as principais características desse gênero textual: texto curto, porém riquíssimo em informação, chamando a atenção do leitor e comunicando-o sobre um problema ou situação que merece reflexão, tendo como base o humor ou a crítica. Na seção **Para saber mais: professor**, há *links* com informações sobre esse gênero textual e sugestões de sequências didáticas que podem ser úteis no desenvolvimento desta atividade.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Livro: **Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE**: Produção Didático-pedagógica. PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Curitiba: SEED/PR, 2016. Disponível em: <http://livro.pro/bngps6>. Acesso em: 12 nov. 2018.
- Texto: **Gêneros textuais: charge**. PORTAL DO PROFESSOR. Disponível em: <http://livro.pro/r3d4u3>. Acesso em: 12 nov. 2018.

Alterações abióticas

As alterações abióticas do ambiente são causadas principalmente pelos diversos tipos de poluição. O termo poluição deriva do latim *poluere* e significa sujar, manchar. A poluição pode ser decorrente do aumento da concentração de determinadas substâncias que já fazem parte do ambiente, como o aumento do dióxido de carbono na atmosfera, ou a introdução de substâncias estranhas ao ambiente, como os resíduos sólidos que poluem o solo e a água. A introdução de energia no ambiente também pode causar poluição, como a poluição sonora.

Poluição da água

A forma mais comum de poluição da água é o **lançamento de dejetos** humanos ou de outros animais em rios, lagos e mares. Como os dejetos são constituídos em grande parte de matéria orgânica, eles causam o aumento de nutrientes no ambiente aquático, levando à proliferação de bactérias aeróbias, fenômeno chamado de **eutrofização**. O elevado número desses microrganismos leva ao consumo de grande parte do gás oxigênio dissolvido na água, o que acarreta na morte de muitos organismos (incluindo as próprias bactérias) que precisam desse gás para a sua respiração. O despejo de esgoto sem tratamento prévio em corpos d’água pode ocasionar também a propagação de muitas doenças, como as verminoses.

Outra forma de poluição da água decorre do uso incorreto de **agrotóxicos** e **fertilizantes** nas plantações, cujo excesso é levado aos corpos d’água pela chuva. A chuva também pode levar aos corpos d’água os **resíduos sólidos** descartados de forma inadequada.

Ainda no contexto da poluição da água, também podemos abordar a poluição dos reservatórios subterrâneos pelo chorume (líquido produzido na decomposição da matéria orgânica) gerado nos lixões, e a poluição dos mares e oceanos pelo derramamento de óleo em decorrência de acidentes em plataformas de petróleo ou navios petroleiros.



Rio Tietê com muita espuma na sua superfície, resultado do despejo de esgoto sem tratamento em Salto (SP), 2018. Os poluentes, entre eles detergente e sabão, vão se acumulando e, por conta da movimentação da água, formam uma espuma espessa e malcheirosa.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

É importante que os alunos compreendam que os problemas ambientais são decorrentes de desequilíbrios nos ecossistemas. Explicar que nessa e nas próximas páginas serão analisadas as alterações abióticas e as bióticas separadamente, mas essas alterações ocorrem ao mesmo tempo, já que nos ecossistemas os componentes bióticos e os elementos abióticos estão relacionados.

Certificar-se de que os alunos compreenderam o que é poluição. Pedir a eles que citem diferentes tipos de poluição e mencionem onde observaram a poluição citada. Incentivá-los a prestar atenção nos ambientes próximos à escola ou à casa onde moram. Pedir aos alunos que analisem a própria escola. Há resíduos sólidos descartados de forma inadequada? Há excesso de ruído? Há tratamento de água e de esgoto? É importante que os alunos se sintam parte do ambiente em que vivem e tomem iniciativas para reduzir os problemas causados pelas atividades humanas, melhorando a qualidade de vida do ambiente e dos seres vivos.

Os diversos tipos de poluição foram apresentados separadamente para facilitar o estudo, mas eles estão intimamente relacionados. Relembrar os alunos que as camadas da Terra, como a atmosfera e a hidrosfera, não têm limites definidos e interagem umas com as outras. Sendo assim, a poluição da água, a poluição do solo e a poluição do ar estão relacionadas. Os fatores geradores desses tipos de poluição apresentam semelhanças, como o descarte inadequado dos resíduos sólidos, o uso incorreto de defensivos agrícolas e de fertilizantes na prática agrícola, entre outros.

Sobre a poluição da água, verificar se os alunos compreenderam quais são as causas mais comuns. Explicar o fenômeno de eutrofização e os fatos que levam a ele e que decorrem dele.

Aproveitar para relacionar a poluição da água com a saúde das pessoas. A atividade **6** da seção **Mergulho no tema** permite ampliar e enriquecer esse assunto, abordando a poluição dos oceanos ocasionadas pelo plástico e os efeitos que essa poluição tem sobre os seres aquáticos e sobre as pessoas, já que elas estão se contaminando com partículas de plástico. Além disso, relembrar que há doenças veiculadas pela água contaminada, como as verminoses.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Perguntar aos alunos quais problemas lhe vêm à mente quando se fala em ar e atmosfera. É provável que alguns deles citem o aquecimento global e a poluição do ar devido ao excesso de veículos automotores. Aproveitar para explorar os conhecimentos dos alunos sobre esses assuntos. Recordar o que é efeito estufa e aquecimento global, relacionando-os às mudanças climáticas. É importante que os alunos reconheçam que a alteração na composição da atmosfera não atinge apenas uma única região, já que a atmosfera não tem limites demarcados. Na seção **Para saber mais: professor** há um *link* com uma reportagem que fala de como a poluição da China chega aos Estados Unidos. Esse é um bom exemplo para que os alunos compreendam essa falta de limites na atmosfera.

Certificar-se de que os alunos sabem o que são os outros problemas relacionados à poluição atmosférica, como chuvas ácidas e destruição da camada de ozônio. Na seção **Para saber mais: professor**, há *links* sobre esses assuntos. Uma sugestão é pedir aos alunos que, em duplas, expliquem aos colegas cada um desses fenômenos. Durante essa dinâmica, verificar se eles têm dúvidas e aproveitar para desfazer ideias equivocadas.

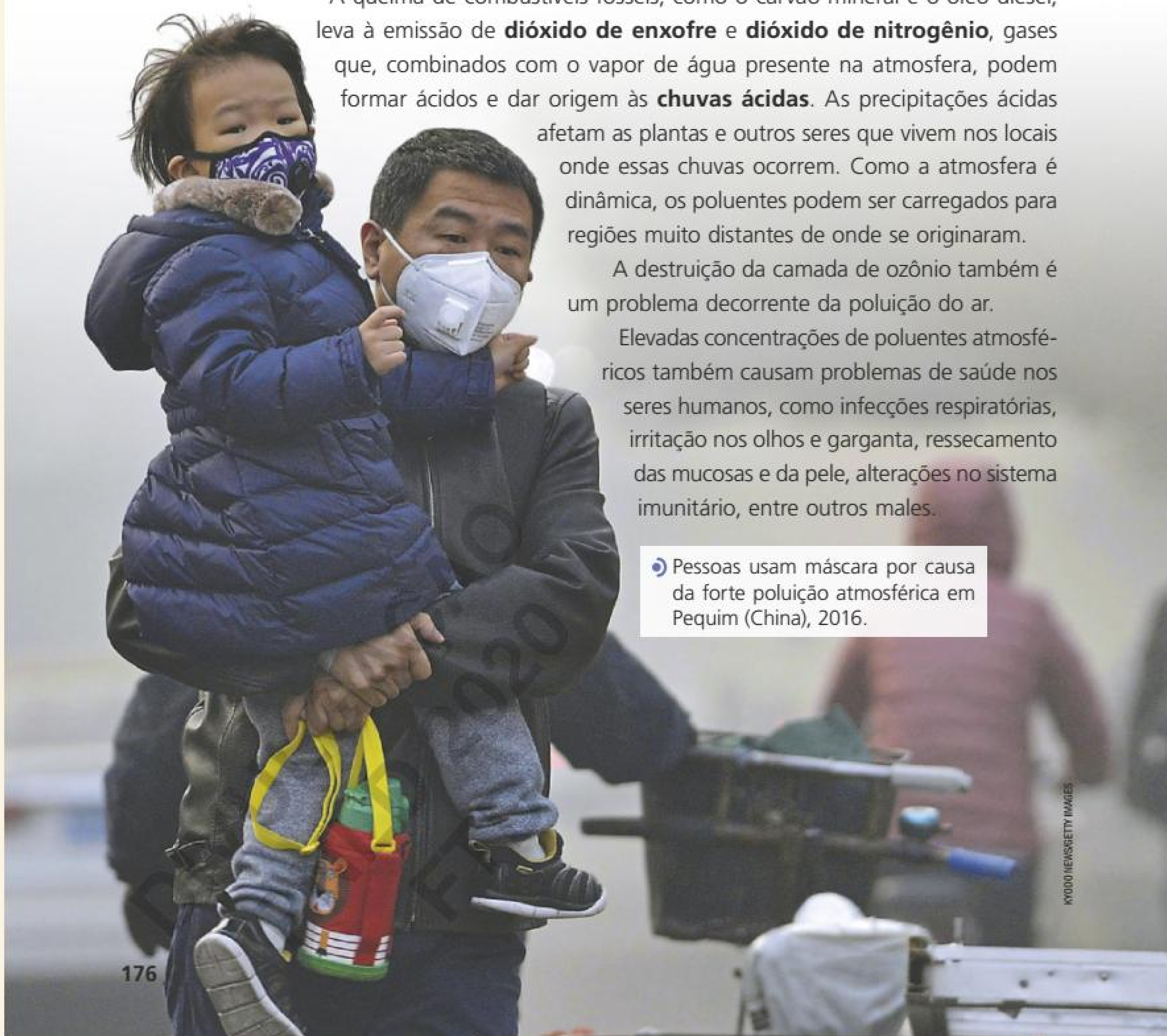
Poluição do ar

O aumento da concentração de **gases de efeito estufa**, como dióxido de carbono e metano, e a emissão de **material particulado** na atmosfera podem levar à poluição do ar. Vale lembrar ainda que o acúmulo de gases de efeito estufa na atmosfera intensifica o efeito estufa natural e ocasiona o aquecimento global, que é o aumento da temperatura média do planeta. A industrialização, o excesso de veículos automotores e as queimadas são as principais fontes de emissão de dióxido de carbono. Os automóveis, as indústrias e as usinas termelétricas também lançam material particulado no ar. O **metano** liberado na atmosfera derivado das atividades humanas tem origem principalmente na criação de animais, os quais produzem esse gás durante o processo de digestão. A decomposição do lixo orgânico em lixões e aterros sanitários também produzem grande quantidade de gás metano.

A queima de combustíveis fósseis, como o carvão mineral e o óleo diesel, leva à emissão de **dióxido de enxofre** e **dióxido de nitrogênio**, gases que, combinados com o vapor de água presente na atmosfera, podem formar ácidos e dar origem às **chuvas ácidas**. As precipitações ácidas afetam as plantas e outros seres que vivem nos locais onde essas chuvas ocorrem. Como a atmosfera é dinâmica, os poluentes podem ser carregados para regiões muito distantes de onde se originaram.

A destruição da camada de ozônio também é um problema decorrente da poluição do ar.

Elevadas concentrações de poluentes atmosféricos também causam problemas de saúde nos seres humanos, como infecções respiratórias, irritação nos olhos e garganta, ressecamento das mucosas e da pele, alterações no sistema imunitário, entre outros males.



Pessoas usam máscara por causa da forte poluição atmosférica em Pequim (China), 2016.

KYODO NEWS/GETTY IMAGES

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Matéria: A "vingança" da poluição da China. CALIXTO, Bruno. **Época**, 2014. Disponível em: <http://livro.pro/f7o344>. Acesso em: 12 nov. 2018.
- Texto: **Poluição atmosférica e chuva ácida**. LABORATÓRIO DE QUÍMICA AMBIENTAL – USP. Disponível em: <http://livro.pro/k3wukt>. Acesso em: 12 nov. 2018.
- Matéria: O buraco na camada de ozônio se fechou? SIMÃO, Renan Borges. **Nova Escola**, 2018. Disponível em: <http://livro.pro/s7yin3>. Acesso em: 12 nov. 2018.

Poluição do solo

A forma mais comum de poluição do solo é o acúmulo de **resíduos sólidos**. O aumento da população humana em uma sociedade baseada no consumo de bens descartáveis leva ao aumento da produção e descarte de resíduos sólidos. Em média, um brasileiro descarta cerca de 1 kg de resíduos sólidos por dia. Considerando que somos mais de 208 milhões de habitantes no Brasil, a quantidade de resíduos sólidos produzida diariamente é gigantesca. Quanto mais economicamente desenvolvido um país, maior a sua produção de resíduos sólidos. Grande parte desses resíduos é oriunda das embalagens dos produtos industrializados.

A parte orgânica do lixo, durante o processo de decomposição, produz o **chorume**, líquido que pode poluir o solo caso o lixo venha a ser descartado de forma irregular. Nesse caso, além de poluir, o lixo pode atrair animais transmissores de doenças, como ratos e baratas.

O solo também pode ser poluído pelo excesso de **fertilizantes** e **agrotóxicos** usados nas plantações e também pela mineração em função da utilização de **metais pesados**, como o mercúrio usado nos garimpos para separar ouro de cascalho. Os metais pesados também estão presentes em pilhas e baterias que, ao serem descartadas de forma incorreta, configuram mais uma fonte de poluição do solo.

Aterro sanitário de São José dos Campos (SP), 2018. Uma área equivalente a 200 estádios de futebol é ocupada por resíduos sólidos por ano no Brasil.

LUCAS LACAZ RUIZ/FUTURA PRESS

177

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Perguntar aos alunos se eles têm ideia da quantidade de resíduo sólido gerado por cada pessoa que vive em sua casa. Comentar que há pessoas no mundo preocupadas com essa questão e que resolveram tomar iniciativas para reduzir o descarte de resíduos sólidos, mudando hábitos e avaliando formas de produzir menos lixo. Na seção **Para saber mais: professor** há *links* sobre o assunto.

Perguntar se algum aluno já ouviu falar na política do lixo zero. Na seção **Para saber mais: professor** há um *link* com informações sobre o assunto, o qual permite promover uma conversa sobre a importância de repensar, reutilizar, reduzir e reciclar. Aproveitar para promover uma conversa sobre como a poluição do solo pode afetar a saúde das pessoas.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Matéria: Como vive a família que há dez anos não gera lixo. DUARTE, Luiza. **BBC Brasil**, 2018. Disponível em: <http://livro.pro/8yjxv8>. Acesso em: 12 nov. 2018.
- Matéria: Lixo produzido em dois anos por jovem americana cabe dentro de pote. Portal G1, 2014. Disponível em: <http://livro.pro/vxqg3s>. Acesso em: 12 nov. 2018.
- Matéria: Quanto lixo os brasileiros geram por dia em cada estado. BARBOSA, Vanessa. **Exame**, 2016. Disponível em: <http://livro.pro/vq4qux>. Acesso em: 12 nov. 2018.
- Texto: **Entenda o conceito de Lixo Zero**. GOVERNO DO BRASIL. Disponível em: <http://livro.pro/pbs6wd>. Acesso em: 12 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Ao abordar a poluição sonora, é provável que os alunos não reconheçam de imediato os prejuízos que esse tipo de poluição pode causar ao ambiente. Depois de expor os problemas causados pelo excesso de ruídos nos ambientes aquático e terrestre, perguntar se a poluição sonora também afeta o ser humano. Nesse momento, comentar que o excesso de ruído pode causar insônia, irritabilidade e problemas auditivos nas pessoas.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

Pedir aos alunos que avaliem quanto de lixo produzem em uma semana. Propor a eles que indiquem uma forma de descobrir isso, estipulando quais serão os procedimentos e como os resultados serão analisados. Além de os alunos avaliarem se geram pouco ou muito resíduo sólido, eles são estimulados a exercer o protagonismo nessa avaliação.

Poluição sonora

A poluição sonora é observada principalmente nos grandes centros urbanos e é caracterizada pelo **excesso de ruídos**. Ela não afeta apenas os ambientes terrestres, mas pode ser percebida também nos ambientes aquáticos, onde é causada pelos motores de embarcações, prospecção de petróleo e obras realizadas nas margens de represas ou nas regiões costeiras.

Esse tipo de poluição afeta a saúde humana e interfere no ciclo de vida de muitos outros animais. No meio aquático, golfinhos e baleias, animais que dependem dos sons para encontrar alimento e parceiros para reprodução, têm tido a sobrevivência afetada pelo excesso de ruídos no ambiente onde vivem. No ambiente terrestre, a poluição sonora prejudica, por exemplo, o ciclo de vida de muitas espécies de aves que usam o canto para atrair parceiros para reprodução; devido ao excesso de barulho, o canto das aves não é ouvido. Nos seres humanos, a poluição sonora pode causar irritabilidade, insônia, dor de cabeça e, em alguns casos, perda da audição, entre outros problemas.



LÚCIO TÁVORA/AG. A TARDE/FUTURA PRESS

Pessoas passeando de lanchas em Salvador (BA), 2015. O ruído do motor desses veículos é uma das causas de poluição sonora nos ambientes aquáticos.

ATIVIDADES

NÃO ESCREVA NO LIVRO.

1. Observe as charges. Depois, responda às questões.

A



ALVES

B



ARIONAURO

a) Que tipo de poluição é retratado nas charges?

b) Quais podem ser as possíveis fontes da poluição em cada caso?

2. Escreva o nome do fenômeno descrito em cada alternativa.

a) Precipitações ácidas decorrentes da reação entre poluentes atmosféricos, como o dióxido de enxofre e dióxido de nitrogênio, com o vapor de água presente na atmosfera.

b) Redução drástica do gás oxigênio dissolvido na água devido à multiplicação de bactérias aeróbias ocasionada pelo excesso de matéria orgânica no ambiente aquático.

c) Intensificação do efeito estufa devido ao acréscimo de certos gases na atmosfera, levando ao aumento da temperatura média da Terra.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ATIVIDADES

Aproveitar as questões propostas para verificar se os alunos compreenderam os problemas ambientais decorrentes dos diversos tipos de poluição. Aproveitar para fazer uma revisão dos conceitos apresentados, percebendo se há dúvidas e reforçando algum assunto, se necessário.

1. a) Poluição da água.

b) Descarte incorreto de resíduos sólidos na tirinha **A** e despejo de esgoto na tirinha **B**.

2. a) Chuva ácida.

b) Eutrofização.

c) Aquecimento global.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ATIVIDADES

3. a) Estranho no ninho se refere à presença de resíduos sólidos nos ninhos dos atobás-marrons (materiais que não deveriam estar lá).

b) Resíduos sólidos oriundos de atividades humanas, descartados de maneira inadequada e que por isso foram parar no mar.

c) Descartar de maneira adequada os resíduos sólidos, dando a eles o destino correto.

4. a) No lixão, os resíduos sólidos são depositados a céu aberto. Nesses locais, o solo não recebe nenhum preparo prévio para receber os resíduos, que são simplesmente amontoados. Nos aterros controlados, o solo recebe uma cobertura, mas não é impermeabilizado; neles, camadas de resíduos são intercaladas com camadas de solo, e o chorume é drenado. Nos aterros sanitários, o solo é impermeabilizado, o chorume é drenado e levado para tratamento, e os gases liberados são captados.

b) Porque causam poluição do solo, da água e do ar, além de atraírem animais transmissores de doenças.

c) Lixões e aterros controlados.

d) Resposta pessoal. Orientar em que locais os alunos podem obter informações sobre os resíduos sólidos do município. Eles podem enviar um e-mail para a secretaria municipal responsável pela gestão dos resíduos sólidos, por exemplo. Outros possíveis locais de consulta: *site* do SINIR (Sistema Nacional de Informações sobre a gestão dos Resíduos Sólidos) do Ministério do Meio Ambiente; *site* do IBGE; *site* do SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) do Ministério das Cidades.

3. Leia parte de uma reportagem da Revista **Ciência Hoje**, publicada em 26 ago. de 2016. Depois, faça o que se pede.

Estranho no ninho

Folhas, gravetos de madeira, plásticos, linhas de náilon, pedaços de isopor, objetos de metal e pontas de cigarro. Esses são alguns dos itens utilizados pelos atobás-marrons (*Sula leucogaster*) na construção de seus ninhos. A informação tem origem em uma pesquisa conduzida em ilhas no litoral do Rio de Janeiro, segundo a qual quase dois terços dos ninhos examinados contêm lixo. A exposição dos filhotes à poluição desde o início de suas vidas pode constituir uma nova ameaça a determinadas espécies de aves marinhas.

[...]

TAVARES, D. C. Estranho no ninho. **Ciência Hoje**. Disponível em: <http://cienciahoje.org.br/estranho-no-ninho-2/>. Acesso em: 12 out. 2018.

a) Elabore uma explicação para o título da reportagem.

b) Qual foi a provável fonte dos materiais usados pelas aves para a construção de seus ninhos?

c) Como poderíamos reduzir essa nova ameaça às aves marinhas?

4. Forme dupla com um colega. Juntos, analisem o infográfico a seguir e façam o que se pede.

NO LUGAR ERRADO
56% dos municípios brasileiros recorrem a depósitos inadequados para o lixo

EM % DE MUNICÍPIOS
Onde depositam a maior parte de seus resíduos sólidos urbano



CACIAN, N. Descarte de lixo ainda é inadequado em mais da metade das cidades do país. **Folha de S.Paulo**. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2018/01/1951986-descarte-de-lixo-ainda-e-inadequado-em-mais-da-metade-das-cidades-do-pais.shtml>. Acesso em: 12 out. 2018.

a) Pesquisem em livros e na internet a diferença entre lixão, aterro controlado e aterro sanitário. Escrevam no caderno o que caracteriza cada um.

b) Por que os lixões e aterros controlados são considerados depósitos altamente poluentes e inadequados para os resíduos sólidos?

c) Qual é o destino dos resíduos sólidos na maior parte dos municípios brasileiros?

d) Busquem saber qual é o destino dos resíduos sólidos produzidos no município onde moram. Essa destinação corresponde a qual faixa do infográfico: verde, rosa ou vermelha?

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Alterações bióticas

São causadas pela introdução ou pela retirada de elementos bióticos nos ecossistemas.

Introdução de espécies

Espécies de plantas, animais ou microrganismos introduzidos em um ecossistema do qual não fazem parte originalmente são chamados de **espécies exóticas**. As espécies exóticas **invasoras** são aquelas que se alastram e colocam em risco a sobrevivência das espécies nativas.

O mundo globalizado, caracterizado pela facilidade de trânsito de pessoas e de mercadorias de uma região a outra, tem favorecido a introdução de espécies em lugares onde elas não existiam originalmente. A introdução de espécies exóticas em um ecossistema equilibrado pode comprometer a estabilidade de toda a comunidade local. Atualmente essa é considerada uma das maiores causas de perda de biodiversidade no planeta.

As espécies podem ser introduzidas em um ambiente diferente do seu local de origem de forma acidental ou proposital. O molusco conhecido como caramujo-gigante-africano (*Achatina fulica*), por exemplo, é originário do leste e nordeste da África e foi introduzido de maneira proposital no Brasil na década de 1980. Esse animal é uma espécie exótica invasora e foi trazido por pessoas que tinham a intenção de substituir o uso do *escargot* na culinária. Porém, o caramujo-gigante-africano não teve a aceitação prevista no mercado gastronômico e os criadores abandonaram o cultivo desse molusco ou simplesmente libertaram os animais, os quais invadiram diversos ambientes e hoje são considerados uma praga agrícola. Eles se reproduzem rápido, põem muitos ovos e não têm predadores naturais, colocando em risco a sobrevivência dos caramujos nativos. Além disso, são vetores da angiostrongilíase, doença que afeta os sistemas nervoso e digestório humano.



A mangueira (*Mangifera indica*) é um exemplo de espécie exótica. Ela é originária da Índia e está presente em várias regiões brasileiras. Contudo, a mangueira não é uma espécie invasora.



Caramujo-gigante-africano (*Achatina fulica*), espécie exótica invasora considerada praga agrícola em várias regiões brasileiras.





Peixes como o tucunaré (*Cichla* sp.) (**A**) e o tambaqui (*Colossoma macropomum*) (**B**), originários da bacia Amazônica, foram introduzidos no Pantanal, colocando em risco a biodiversidade dos rios pantaneiros.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Ao abordar a introdução de espécies, ressaltar que é importante reconhecer que nem toda espécie exótica é invasora. Avaliar se os alunos conseguem definir o que é uma espécie exótica e o que é uma espécie exótica invasora. Pedir que eles expliquem usando as próprias palavras e citem exemplos. Na seção **Para saber mais: professor**, há um *link* com informações sobre o assunto.

Explicar que uma espécie exótica para ser invasora não precisa ser necessariamente proveniente de outro país ou continente. Um exemplo é o tucunaré ou o tambaqui, peixes da bacia Amazônica que ameaçam a biodiversidade dos rios do Pantanal. Nesse momento vale falar das espécies marinhas invasoras que são transportadas na água de lastro de grandes navios. Esse é um problema grave e que vem piorando. Na seção **Para saber mais: professor**, há *links* sobre esse assunto.

Comentar que algumas espécies encontradas nas diversas regiões do Brasil são tão comuns que acabam sendo tidas como espécies nativas, mas não o são. É o caso da mangueira.

Explorar com os alunos os exemplos citados nessas páginas, ressaltando que a introdução de espécies em um ambiente diferente do seu de origem pode ocorrer de maneira acidental (como na água de lastro de navios) ou de forma intencional (como o capim braquiária que foi trazido intencionalmente para servir para a alimentação animal).

Verificar se os alunos compreendem que as espécies invasoras têm vantagens competitivas sobre as espécies nativas e, por isso, são uma ameaça à biodiversidade.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

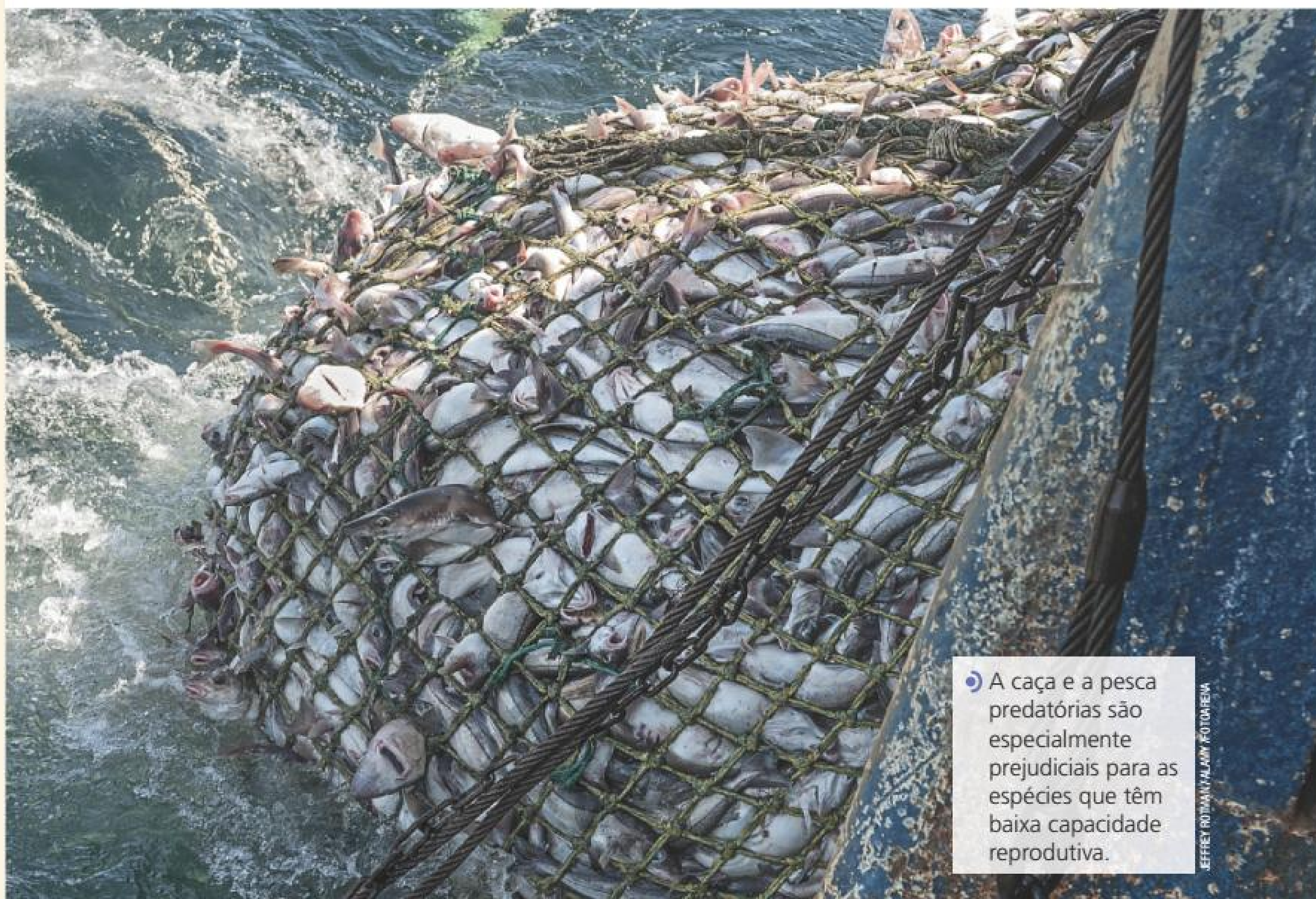
- Artigo: Introdução de espécies: uma das maiores causas de perda de biodiversidade. OLIVEIRA, Márcia Divina de. **Embrapa Pantanal**, 2004. Disponível em: <http://livro.pro/gygpp4>. Acesso em: 12 nov. 2018.
- Texto: **Plano de manejo de espécies invasoras em águas de lastro no Porto de Paranaguá, Paraná**. FERNANDES, Luciano F. et al. Disponível em: <http://livro.pro/ji5vqu>. Acesso em: 12 nov. 2018.
- Texto: **Água de Lastro e as Espécies Exóticas**. AMBIENTEBRASIL. Disponível em: <http://livro.pro/qowde9>. Acesso em: 12 nov. 2018.

Perda e fragmentação de hábitat

Diversas atividades humanas, como a expansão das áreas para agropecuária, a urbanização, a construção de estradas e ferrovias, a caça e pesca predatórias, têm levado inúmeras espécies à extinção.

Muitas dessas atividades ocasionam a perda e a fragmentação de hábitat. Para a construção de uma estrada ou expansão de uma área agrícola, por exemplo, a maior parte da vegetação nativa é retirada, o que ocasiona, além da morte de muitas espécies vegetais, a perda de hábitat de várias espécies da fauna. O pouco de vegetação que permanece no ambiente acaba compondo áreas desconectadas e separadas, gerando o isolamento de espécies tanto da fauna como da flora.

Queimadas, desmatamento e tráfico de animais silvestres também são ameaças que colocam em risco a biodiversidade.



A caça e a pesca predatórias são especialmente prejudiciais para as espécies que têm baixa capacidade reprodutiva.

A extinção de uma espécie pode afetar a estabilidade de todo o ecossistema do qual ela fazia parte, pois todos os seres se relacionam entre si, de diferentes maneiras.

Estima-se que existam mais de 600 espécies ameaçadas de extinção no Brasil, sendo que a maioria delas pertence ao bioma Mata Atlântica.

DIVULGAÇÃO PNLD FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Explicar que algumas espécies precisam de uma ampla área para desenvolver suas atividades. Uma onça-pintada, por exemplo, precisa de um território contínuo de 10 a 40 Km². Por isso, a manutenção dos ambientes naturais é tão importante. A perda ou a fragmentação do ambiente pode impedir ou dificultar o encontro de alimento ou de parceiros para a reprodução, por exemplo.

Explicar como a extinção de uma espécie pode afetar o equilíbrio de todo o ecossistema a partir de um exemplo concreto. Sugerir que eles imaginem a população de gaviões de dada localidade. Se a população desses animais diminui ou desaparece, aumenta a população de serpentes, uma vez que esses são seus maiores predadores. Muitas serpentes precisam de mais alimentos e, consequentemente, o número de sapos diminui e aumenta a população de gafanhotos. Esses gafanhotos precisam de muito alimento e com isso podem atacar plantações, causando perdas para o ser humano. Além disso, é importante lembrar que o desaparecimento de determinadas espécies de animais interrompe os ciclos vitais de muitas plantas, pois esses animais são os seus principais polinizadores ou dispersores de sementes. Ou seja, a extinção de uma espécie animal causa uma reação em cadeia na natureza, afetando o próprio ser humano.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

Por vezes, a extinção de uma espécie ocorre por uma ação humana que não tem necessariamente a ver com a fragmentação ou perda do hábitat. Um exemplo é a exploração de conchas para serem vendidas como adornos ou lembranças de viagens. Sugerir que os alunos leiam e discutam o texto:

- Reportagem: Souvenires de conchas estão destruindo animais marinhos protegidos. DEINES, Tina. **National Geographic Brasil**. Disponível em: <http://livro.pro/eghp2s>. Acesso em: 16 nov. 2018.

Incentivá-los a expressarem suas opiniões e impressões sobre o texto, refletindo sobre suas próprias atitudes. Motivá-los a pensar em iniciativas para reduzir esse problema ambiental e valorizar a educação e o compartilhamento de informações como formas de conscientizar as pessoas.

ATIVIDADES

NÃO ESCREVA NO LIVRO.

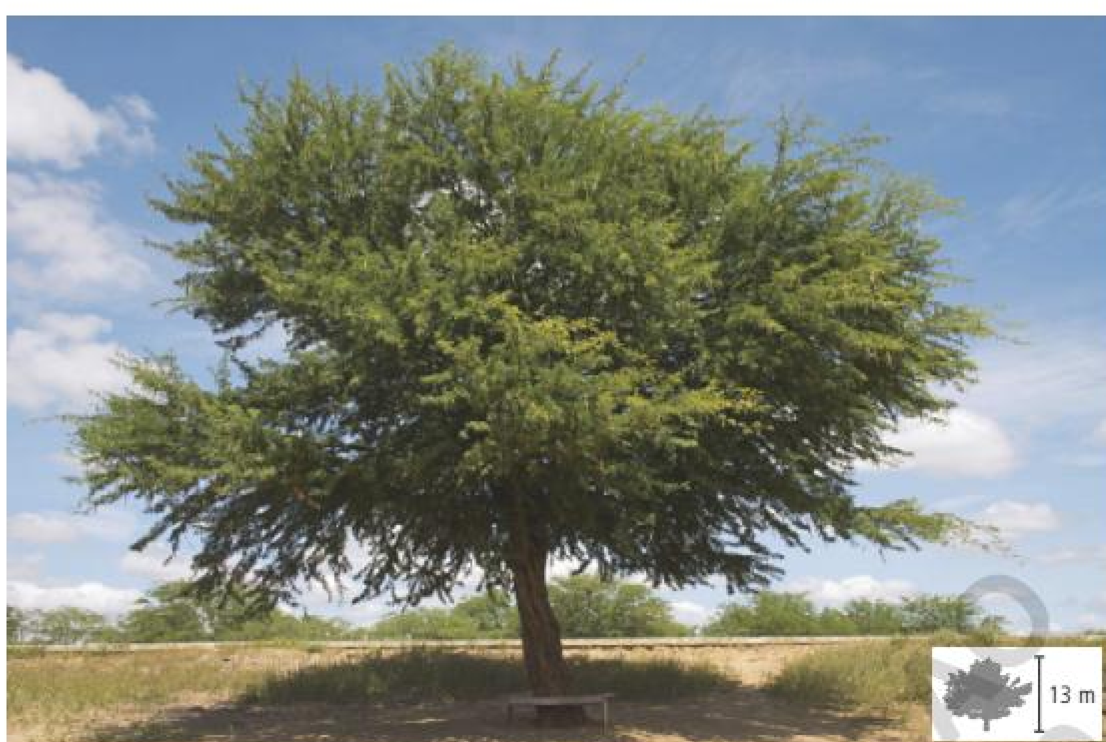
1. Pesquise em livros, revistas e na internet sobre as espécies exóticas invasoras a seguir, escrevendo no caderno as informações solicitadas.



Aedes aegypti.



Lithobates catesbeianus.



Prosopis juliflora.

- Nome popular (se houver).
- Origem.
- Como chegou ao Brasil.
- Danos que causam.

2. Pesquise em um mapa dos biomas brasileiros qual deles está presente no estado em que você mora. Depois, busque saber, pesquisando em revistas, livros e na internet, quais são as espécies ameaçadas de extinção desse bioma (cite ao menos duas) e as principais causas dessa ameaça.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ATIVIDADES

1. O *Aedes aegypti* é outra espécie exótica invasora, também originária do continente africano, que foi introduzida no Brasil de modo acidental, chegando aqui nos navios que transportavam africanos escravizados. Esse mosquito encontrou no continente americano condições ideais de sobrevivência, ocupando os ambientes rurais e urbanos. Ele é vetor de diversas doenças, como dengue, febre chikungunya e zika.

A rã-touro, originária da região leste da América do Norte, foi trazida propositalmente por criadores com a intenção de comercializar esse animal como carne exótica. Porém, alguns animais acabaram escapando e ocupando os ambientes naturais, competindo com sapos e rãs nativos. A rã-touro é predadora de outros anfíbios (causando significativo declínio populacional), serpentes, tartarugas, pequenos pássaros e mamíferos; ela causa alteração da comunidade aquática, pois se alimenta também de algas. Além disso, pode dispersar doenças para espécies nativas de anfíbios.

Algaroba (ou algarobeira) é originária do Peru e foi introduzida no Brasil na década de 1940 com o propósito de ser utilizada na comercialização da madeira, para a alimentação humana e para a pastagem. Essa árvore acabou se dispersando pela Caatinga e atualmente invade áreas de agricultura e pastagens, diminui a água disponível para outras plantas, compete e impede o estabelecimento de plantas nativas da Caatinga.

2. Resposta pessoal. Há informações nos *links*:

- Animais em extinção: conheça espécies ameaçadas por bioma. FERREIRA, Luiz Claudio. **Portal EBC**, 2015. Disponível em: <http://livro.pro/ttt23r>. Acesso em: 12 nov. 2018.

Para complementar essa atividade é sugerido o livro **O poema imperfeito**, que apresenta um olhar histórico sobre a extinção de espécies pela ação humana. Ver sobre o livro e o documentário em:

- Conexão: Documentário O Poema Imperfeito. FUTURA PLAY. Disponível em: <http://livro.pro/kevott>. Acesso em: 17 nov. 2018.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Matéria: O que o Brasil faz para controlar as espécies exóticas invasoras? SATO, Paula. **Nova Escola**, 2009. Disponível em: <http://livro.pro/igkc65>. Acesso em: 12 nov. 2018.

183

Possíveis soluções

Como vimos, são muitos os problemas ambientais ocasionados pelas ações humanas. Mas, assim como somos responsáveis pelos problemas, também podemos agir para solucioná-los. Com os conhecimentos atuais sobre Ecologia e a consciência de que fazemos parte do ambiente e dependemos dele para sobreviver, é possível e preciso rever hábitos para reduzir o nosso impacto sobre a natureza e agir de forma a cuidar do bem-estar e da qualidade de vida da atual e das futuras gerações, para que tenhamos condições de viver em um planeta saudável ou, ao menos, menos doente.

Muitas ações dependem de iniciativas governamentais; outras podem ser praticadas por qualquer cidadão. Há ainda parcerias feitas entre órgãos públicos, ONGs, empresas privadas ou população local. Um exemplo é o Programa Quelônios da Amazônia (PQA), mencionado na abertura desta Unidade. Esse programa foi iniciativa de um órgão público (antigo Ibama) que conta com a participação da população local para atuar na conservação dos quelônios de água doce. Hoje, o PQA é reconhecido como uma bem-sucedida experiência de conservação e manejo. Uma de suas principais atividades é a **educação ambiental.** Você sabe por que esse tipo de ação é tão importante para a proteção da natureza?

Por meio de palestras, cursos e projetos, as pessoas aprendem a importância da conservação da biodiversidade e podem repensar hábitos e atitudes para cooperar com a proteção da natureza. No atual cenário em que vivemos, a educação é a principal ferramenta para enfrentar os problemas ambientais. Por meio do conhecimento, envolvimento e engajamento com as questões ambientais, as pessoas poderão reconhecer a importância de atitudes sustentáveis e se conscientizar que fazem parte do ambiente e dependem dele, direta e indiretamente.



DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

POSSÍVEIS SOLUÇÕES

O conteúdo dessa dupla de páginas coopera para o desenvolvimento da **habilidade EF09CI13**.

Sempre que possível, ressaltar a capacidade transformadora do ser humano. Assim como nós somos capazes de modificar o ambiente para adequá-lo às nossas necessidades, também somos capazes de atenuar os prejuízos causados.

A intenção nessas páginas é que os alunos reconheçam e valorizem a educação ambiental e o desenvolvimento sustentável como soluções para muitos dos problemas ambientais apresentados nesta Unidade. Evidenciar as ações de educação ambiental que colocam o aprendiz numa condição de protagonista no enfrentamento das problemáticas ambientais; que trabalham a tomada de consciência por meio de ações práticas e resolutivas relacionadas a problemas e questões reais. Comentar que atualmente há diversas iniciativas, privadas ou governamentais, com o intuito de proteger o ambiente. Retomar a imagem da Abertura e a importância do Projeto Quelônios da Amazônia. Se julgar oportuno, citar outras iniciativas de conservação ambiental aos alunos. Na seção **Para saber mais: professor** há um *link* com uma lista de ONGs ambientais brasileiras.

Verificar se os alunos compreenderam o que é educação ambiental e desenvolvimento sustentável. Comentar que esses conceitos são relativamente novos. As pessoas com mais idade não conheciam as consequências da exploração excessiva dos recursos naturais e dos efeitos danosos das atividades humanas. Por isso, é importante ensinar aos idosos sobre a importância da conservação ambiental e despertar a consciência ecológica nas crianças. Para que a Terra seja um planeta com condições de abrigar a vida, é preciso rever atitudes e mudar hábitos hoje.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Texto: **Quais são as ONGs ambientais brasileiras**. ECOPENSAR. Disponível em: <http://livro.pro/vxbvaz>. Acesso em: 12 nov. 2018.

A partir de um olhar mais amplo e crítico para o assunto, as pessoas poderão reivindicar atitudes e medidas dos governos e autoridades, além de ampliar a sua participação, seu envolvimento e sua colaboração para resolver os problemas identificados na comunidade local, regional ou mundial.

O **desenvolvimento sustentável** prevê o uso equilibrado dos recursos naturais, voltado para a melhoria da qualidade de vida da presente geração, garantindo as mesmas possibilidades para a geração futura, dentro dos princípios de respeito ao meio ambiente, justiça social e viabilidade econômica. De forma simplificada, podemos afirmar que a ideia central do desenvolvimento sustentável é conciliar o desenvolvimento socioeconômico e a conservação ambiental. Infelizmente, nos dias de hoje a maior parte da humanidade ainda não vive de modo sustentável. No entanto, diversas ações podem contribuir para que a sociedade humana se aproxime desse modo de vida. Nessas páginas estão ilustrados alguns exemplos.

ATIVIDADES

NÃO ESCREVA NO LIVRO.

1. Forme dupla com um colega. Juntos, elaborem uma definição para os termos a seguir.

a) Educação ambiental.

b) Desenvolvimento sustentável.

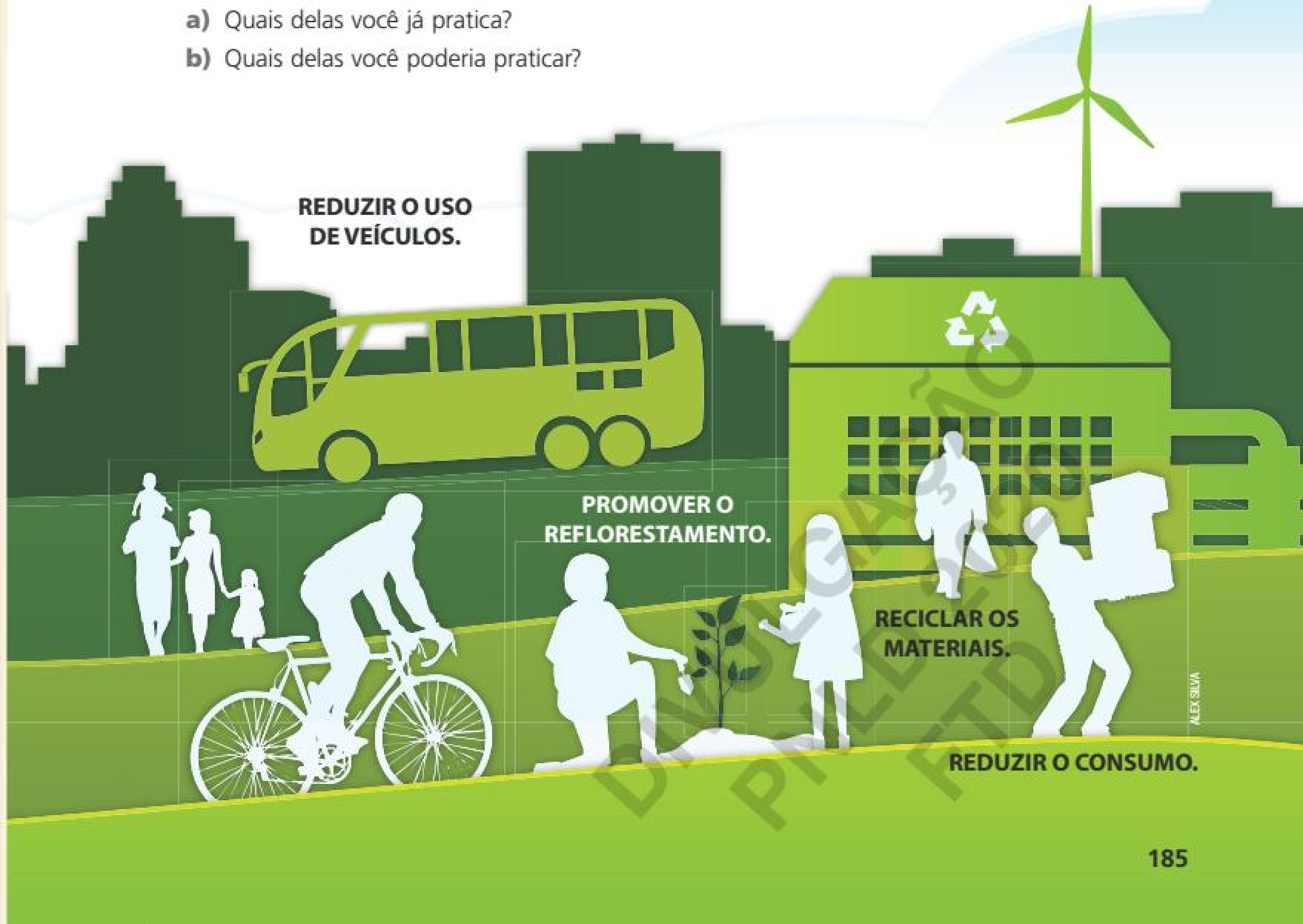
2. Observe as ações ilustradas e responda:

a) Quais delas você já pratica?

b) Quais delas você poderia praticar?

AS CORES NÃO SÃO REAIS.

IMAGENS FORA DE PROPORÇÃO.



DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Explorar a imagem com os alunos. Permitir que eles expliquem como cada uma das ações representadas pode ajudar a proteger o ambiente. Perguntar se eles acrescentariam alguma atitude. Incentivá-los a dizer quais ações são fáceis de serem praticadas na localidade em que vivem. Perguntar: será que poderíamos propor alguma iniciativa na escola ou no bairro para ajudar na proteção ambiental? As **atividades 1** e **2** da seção **Mergulho no Tema** permitem ampliar e enriquecer esse assunto.

ATIVIDADES

1. a) De acordo com a Política Nacional de Educação Ambiental - Lei nº 9795/1999, Art 1º: "Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade."

b) É o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações. Ele concilia o desenvolvimento socioeconômico e a proteção ambiental.

2. Resposta pessoal. A intenção é fazer com que os alunos reflitam sobre seus hábitos e avaliem se podem mudar o estilo de vida para reduzir o impacto sobre o ambiente.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

O conteúdo dessa e da próxima dupla de páginas coopera para o desenvolvimento da **habilidade EF09CI12**.

Verificar se os alunos compreenderam o que é uma Unidade de Conservação (UC). Explicar que uma área pode ser requerida legalmente para ser uma UC tanto pela iniciativa do poder público quanto da sociedade civil. O objetivo principal é conservar áreas naturais e assegurar os recursos naturais e a cultura das populações tradicionais.

Pedir aos alunos que expliquem o que entenderam por UC de Proteção Integral e UC de Uso Sustentável.

Se julgar oportuno, comentar sobre o ARPA (Programa Áreas Protegidas da Amazônia), o maior programa de conservação ambiental, com inúmeras unidades de conservação na região Amazônica. Na seção **Para saber mais: professor**, há um *link* com informações e um vídeo sobre esse programa.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR E ALUNO

- Texto: **O que são**. ARPA. Disponível em: <http://livro.pro/4hcnpn>. Acesso em: 12 nov. 2018.
- Texto: **O que é uma Unidade de Conservação?** ARPA. Disponível em: <http://livro.pro/k3rbdk>. Acesso em: 12 nov. 2018.

Explicar que, quando uma área de propriedade particular é escolhida para ser uma UC, essa área é desapropriada e os proprietários são indenizados. Em outras ocasiões, a área é administrada conjuntamente pelos proprietários e pelo poder público.

Ao apresentar os diversos tipos de UC de Proteção Integral, ressaltar o uso que pode ser feito em cada uma delas. Em algumas a visitação é permitida, em outras somente são permitidas as atividades de pesquisa. Cada tipo de UC tem um regulamento específico, com regras que devem ser seguidas.

Unidades de conservação

Além da elaboração de projetos e leis que visam a preservação e a conservação ambiental, os governos (federal, estadual e municipal) também podem garantir a proteção das paisagens e dos recursos naturais por meio do estabelecimento das Unidades de Conservação. Uma **Unidade de Conservação** (**UC**) é uma área protegida legalmente, que pode ser requerida tanto por iniciativa do poder público quanto da sociedade civil, onde há importantes remanescentes das paisagens naturais com uma representatividade significativa da fauna e da flora. Além da proteção à biodiversidade, essas áreas asseguram a proteção aos recursos hídricos e às populações tradicionais que vivem nessas regiões.

A lei nº 9985, de 18 de julho de 2000, instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e trouxe avanços para a criação e gestão das UC nas três esferas de governo, regulamentando a participação da sociedade na gestão desses espaços protegidos.

As UC dividem-se em dois grupos: UC de Proteção Integral e UC de Uso Sustentável.

Unidades de Conservação de Proteção Integral

Essas áreas têm por objetivo conservar o ambiente natural e não permitem a habitação humana nem a exploração de recursos naturais. Nelas só são permitidas atividades com uso indireto dos recursos naturais, como ecoturismo e pesquisas científicas, à exceção dos casos previstos em lei. São exemplos de Unidades de Conservação de Proteção Integral:

1. **Estação ecológica**: área de posse e domínio públicos, destinada à preservação da natureza e à realização de pesquisas científicas. É permitida apenas visitação com objetivo educacional, de acordo com o regulamento específico.



ALF RIBEIRO/PULSAR IMAGENS

Trecho da Estação Ecológica de Jureia-Itatins em Peruíbe (SP), 2016. UC de Proteção Integral administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

2. **Reserva Biológica**: área de posse e domínio públicos, destinada à preservação da biodiversidade. As únicas interferências permitidas são ações de recuperação de ecossistemas alterados e de manejo para recuperar o equilíbrio natural e preservar a diversidade biológica. É permitida apenas visitação com objetivo educacional, de acordo com o regulamento específico.

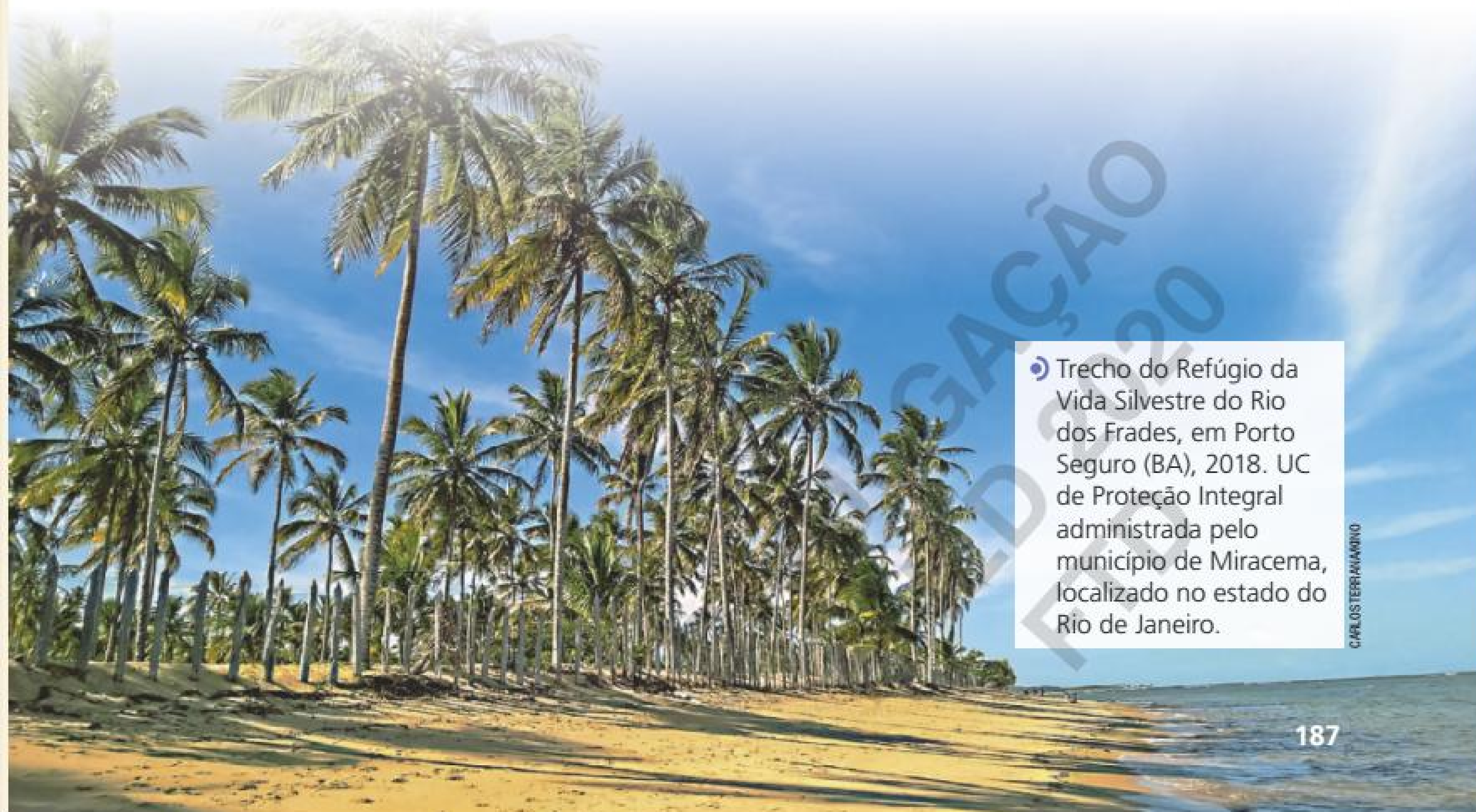
3. **Parque Nacional**: área de posse e domínio públicos, destinada à preservação dos ecossistemas naturais e sítios de beleza cênica. Nelas são permitidos a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades recreativas, educativas e de interpretação ambiental.


ANDRE DIB/PULSAR IMAGENS

Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha, em Fernando de Noronha (PE), 2016. UC de Proteção Integral administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

4. **Monumento Natural**: pode ser constituída de áreas particulares, desde que as atividades realizadas sejam compatíveis com os objetivos da UC. Essas áreas são destinadas à preservação de lugares singulares, raros e de grande beleza cênica, permitindo diversas atividades de visitação e de pesquisa científica, as quais estão sujeitas à regulamentação específica.

5. **Refúgio da Vida Silvestre**: pode ser constituída de áreas particulares, desde que as atividades realizadas sejam compatíveis com os objetivos da UC. Essas áreas são destinadas à proteção de ambientes naturais para assegurar condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória. Nelas são permitidas atividades de visitação e de pesquisa científica, as quais estão sujeitas à regulamentação específica.


CARLOS TERRANA/KINO

Trecho do Refúgio da Vida Silvestre do Rio dos Frades, em Porto Seguro (BA), 2018. UC de Proteção Integral administrada pelo município de Miracema, localizado no estado do Rio de Janeiro.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Para trabalhar melhor a distinção entre as categorias, uma sugestão é mostrar fotografias da paisagem e dos atributos protegidos pela UC, fazendo alusão a uma forma de uso permitida.

Comentar que, de acordo com o Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC), até abril de 2015, havia 91 estações ecológicas no país: 32 na esfera federal, 58 estaduais e 1 municipal. Até junho de 2015, existiam 32 refúgios de vida silvestre no país: 7 na esfera federal, 25 na esfera estadual e 1 na municipal.

Se julgar oportuno, pedir aos alunos que pesquisem em livros ou na internet quantas são as UC de Uso Integral no país ou em cada estado.

Comentar que há parques nacionais em todos os biomas brasileiros, exceto o Pampa. Há 24 parques nacionais na Mata Atlântica, 20 na Amazônia, 15 no Cerrado, 8 na Caatinga, 3 no bioma marinho e 1 no Pantanal. Caso os alunos não conheçam o parque nacional da região onde moram, solicitar que façam uma pesquisa para conhecer qual é o parque e quais são as atividades permitidas nele. Se houver possibilidade, a visitação a um parque nacional da região pode ser uma atividade a ser desenvolvida de forma interdisciplinar.

Comentar que a categoria de Parque Nacional é aquela que as pessoas em geral têm maior familiaridade em função dos usos permitidos. A visitação pública é uma característica bem marcante deste tipo de UC. É importante que os alunos tenham a compreensão de que este tipo de categoria de UC pressupõe a interação com a sociedade como estratégia de conservação. Quando os Parques Nacionais são criados pelo Estado ou município, essa categoria pode assumir outros nomes: Parque Estadual (quando criada pelo Estado) e Parque Natural Municipal (quando criada pelo município).

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Perguntar aos alunos qual é a principal diferença entre as UC de Proteção Integral e as de Uso Sustentável. Caso algum aluno mencione o fato de ser permitida a permanência e moradia das populações tradicionais nas UC de Uso Sustentável, explicar que, depois do SNUC e da sua regulamentação em 2002, foram criadas outras leis relacionadas às populações tradicionais, garantido a permanência delas nas unidades de conservação, mesmo nas de proteção integral. Na prática, a permanência das comunidades tradicionais vale para várias categorias. O que diferencia é o uso que essas populações podem fazer da área.

Comentar que em algumas UC de Uso Sustentável são feitas parcerias entre as populações tradicionais e as instituições de pesquisa ou ONGs, aliando os conhecimentos tradicionais aos conhecimentos técnicos e científicos para auxiliar as comunidades tradicionais no manejo e na exploração sustentável dos recursos naturais, garantindo a conservação ambiental e obtenção de renda para as famílias. A reserva de desenvolvimento sustentável de Mamirauá é um exemplo no qual essa parceria está sendo bem-sucedida, trazendo benefícios para o meio ambiente e para as comunidades tradicionais. Aproveitar para promover uma conversa sobre a importância de aliar os conhecimentos das comunidades tradicionais com os conhecimentos científicos. Pedir aos alunos que deem sua opinião e conversem sobre o assunto.

Unidades de Conservação de Uso Sustentável

Essas áreas têm por objetivo compatibilizar a ação humana com a conservação da biodiversidade, admitindo o uso sustentável dos recursos naturais. Nessas UCs são valorizadas as relações das comunidades tradicionais com a natureza.

A exploração direta dos recursos naturais é permitida desde que não ameace a manutenção da biodiversidade, processos ecológicos e atributos da unidade. São exemplos de unidades de conservação de uso sustentável:

1. **Área de Proteção Ambiental**: área constituída por terras públicas ou privadas, dotada de atributos naturais, estéticos e culturais importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas. Geralmente, é uma área extensa, com o objetivo de proteger a biodiversidade, ordenar o processo de ocupação humana e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.
2. **Área de Relevante Interesse Ecológico**: área constituída por terras públicas ou privadas, com o objetivo de preservar os ecossistemas naturais de importância regional ou local. Geralmente, é uma área de pequena extensão, com pouca ou nenhuma ocupação humana e com características naturais singulares.
3. **Floresta Nacional**: área de posse e domínio públicos, com cobertura florestal onde predominam espécies nativas, que visa o uso sustentável e diversificado dos recursos florestais e a pesquisa científica.
4. **Reserva Extrativista**: área de domínio público, com uso concedido às populações tradicionais, que exercem suas atividades com base no extrativismo, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte. Ela assegura o uso sustentável dos recursos naturais existentes e a proteção dos meios de vida e da cultura dessas populações; permite visitação pública e pesquisa científica.


TIMÓTEO PALADINO/ARQUIVO IPÊ

Na Reserva Extrativista do Cazumbá-Iracema, uma UC de Uso Sustentável, os moradores atuam na coleta da castanha-do-pará. Sena Madureira (AC), 2017.



Trecho da Área de Proteção Ambiental da Serra do Intendente em Minas Gerais, 2015.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

Ao final da apresentação dos diversos tipos de UC, pedir aos alunos que, em duplas, conversem e escrevam um texto justificando a importância das unidades de conservação para a conservação da biodiversidade e do patrimônio nacional, considerando os diferentes tipos de unidades, as populações humanas e as atividades relacionadas a cada tipo de UC.

5. **Reserva de Fauna**: área de posse e domínio públicos, com o objeto de proteger as populações animais de espécies nativas, terrestres ou aquáticas. São áreas adequadas para estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico sustentável de recursos faunísticos.

6. **Reserva de Desenvolvimento Sustentável**: área de domínio público, onde vivem populações tradicionais que se baseiam em sistemas sustentáveis de exploração de recursos naturais desenvolvidos ao longo de gerações e adaptados às condições ecológicas locais. Permite visitação pública e pesquisa científica.


RICARDO OLIVEIRA / TYBA

Morador da Reserva de Desenvolvimento Sustentável de Mamirauá, UC de Uso Sustentável. Tefé (AM), 2017.

7. **Reserva Particular do Patrimônio Natural**: área privada com o objetivo de conservar a diversidade biológica. Nelas são permitidas a pesquisa científica e a visitação turística, recreativa e educacional. É criada por iniciativa do proprietário, que pode contar com o apoio de órgãos integrantes do SNUC na gestão da UC.

PALAVRAS-CHAVE

Muitas vezes os termos **conservação** e **preservação** são usados com o mesmo significado. Contudo, expressam ideias distintas.

De acordo com as leis brasileiras, conservação significa proteção dos recursos naturais, com a utilização racional, garantindo sua sustentabilidade e existência para a geração presente e as futuras gerações. O conceito de conservação considera a interação com o ser humano. Já o termo preservação se refere à proteção integral e faz alusão à ideia de natureza intocável. O termo preservação não pressupõe a interação com os seres humanos.

ATIVIDADES

NÃO ESCREVA NO LIVRO.

1. Qual é a importância das Unidades de Conservação para a preservação e conservação da biodiversidade e dos ambientes naturais?
2. O termo mais adequado para se referir às Unidades de Conservação de Proteção Integral é conservação ou preservação? Justifique sua resposta.
3. Forme dupla com um colega. Juntos, revisitem as páginas desta Unidade e avaliem se os termos preservação e conservação foram usados de maneira adequada. Caso discordem de alguma colocação, justifiquem no caderno.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

PALAVRA-CHAVE

Comentar que esses termos são relativamente novos, já que a necessidade de se conservar ou preservar só apareceu há poucas décadas. Mesmo na legislação brasileira, os termos são usados de maneira variada, apesar de se ter a noção das diferenças de significados.

Para diferenciar os termos conservação e preservação, uma sugestão é referenciar as explicações em uma mesma ideia ou conceito, por exemplo, interação/convivência com o ser humano.

O conceito de conservação leva em conta a interação com o ser humano, e por isso está mais relacionado ao conceito da sustentabilidade, no qual o ser humano aparece integrado à natureza. O conceito de preservação não pressupõe esta interação/convivência e por isso faz alusão à ideia de natureza intocável, em que o ser humano aparece apartado da natureza.

Vale comentar que as estratégias de proteção da natureza têm se pautado cada vez mais na conservação.

ATIVIDADES

1. As UC protegem áreas naturais e regulamentam o uso dos recursos, potencializando a relação entre Estado, cidadãos e meio ambiente, garantindo a preservação e conservação da biodiversidade e dos ambientes naturais.

2. Como as UC de Proteção Integral visam à não exploração direta dos recursos naturais, o termo adequado seria preservação.

3. Resposta pessoal. A intenção é que os alunos revisitem as páginas com olhar crítico, tendo em mente o significado dos termos conservação e preservação.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ATIVIDADES

4. Aproveitar a questão para abordar as relações de trabalho. Na reserva de Mamirauá, técnicos e pesquisadores dão suporte para associações e cooperativas de extrativistas, ajudando e envolvendo a comunidade no manejo e na extração sustentável dos recursos naturais, contribuindo, assim, para a proteção ambiental e manutenção de uma cadeia econômica.

a) Os recursos pesqueiros compõem a identidade cultural dessas populações, são usados na alimentação e também são fonte de renda para os ribeirinhos.

b) O programa ajudou a aumentar o estoque natural do pirarucu e ainda incrementou a renda dos pescadores da região.

c) Provavelmente não, pois a pesca clandestina e predatória teria levado o pirarucu à extinção.

d) A principal vantagem é a permanência dos recursos, sendo possível o seu uso pela geração atual e pelas gerações futuras. A exploração sustentável dos recursos também garante a manutenção da biodiversidade e traz vantagens às comunidades extrativistas.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Matéria: Sustentável e comunitário, o manejo florestal é fonte de renda e contribui na conservação da Amazônia. CUNHA, João. **Mamirauá**, 2017. Disponível em: <http://livro.pro/k6k9zx>. Acesso em: 12 nov. 2018.

4. Leia o texto a seguir e depois discuta com seus colegas sobre as questões propostas.

> Com fundamental importância para os meios de vida das populações rurais da Amazônia, os recursos pesqueiros na Reserva Mamirauá são considerados a principal fonte de proteína animal e de renda para as populações ribeirinhas. Segundo estudos realizados, a pesca foi a atividade produtiva que mais aumentou sua contribuição para a composição da renda doméstica em dez anos.
>
> A conservação deste recurso através de seu manejo sustentável é fundamental para a subsistência da população e manutenção de uma importante cadeia econômica.
>
> Diante deste cenário, o Instituto Mamirauá criou, em 1998, o Programa de Comercialização do Pescado, atual Programa de Manejo de Pesca, com o objetivo de promover a conservação dos recursos pesqueiros por meio do manejo participativo. Os sistemas de manejo foram implementados como medidas compensatórias às restrições previstas no Plano de Manejo da Reserva Mamirauá, com foco no envolvimento comunitário em todas as etapas do processo. Desde 1999, o manejo participativo da pesca de pirarucus (*Arapaima gigas*) ajudou a aumentar em aproximadamente 447% o estoque natural da espécie, nas áreas manejadas da Reserva Mamirauá, além do incremento na renda dos pescadores da região.
>
> [...]

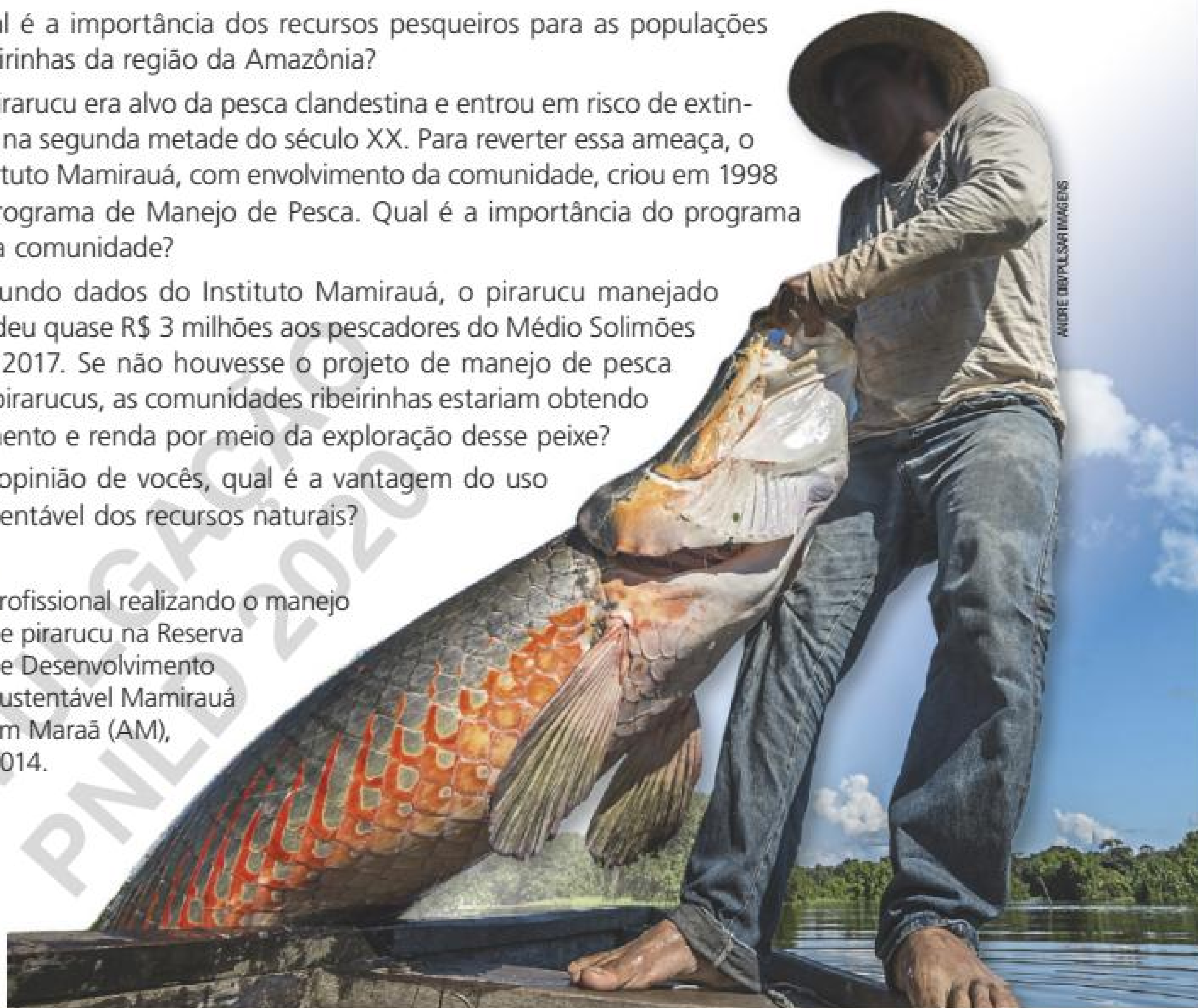
PROGRAMA de Manejo de Pesca. **Mamirauá.** Disponível em: <https://www.mamiraua.org.br/pt-br/manejo-e-desenvolvimento/programa-de-manejo-de-pesca/>. Acesso em: 13 out. 2018.

a) Qual é a importância dos recursos pesqueiros para as populações ribeirinhas da região da Amazônia?

b) O pirarucu era alvo da pesca clandestina e entrou em risco de extinção na segunda metade do século XX. Para reverter essa ameaça, o Instituto Mamirauá, com envolvimento da comunidade, criou em 1998 o Programa de Manejo de Pesca. Qual é a importância do programa para comunidade?

c) Segundo dados do Instituto Mamirauá, o pirarucu manejado rendeu quase R$ 3 milhões aos pescadores do Médio Solimões em 2017. Se não houvesse o projeto de manejo de pesca de pirarucus, as comunidades ribeirinhas estariam obtendo alimento e renda por meio da exploração desse peixe?

d) Na opinião de vocês, qual é a vantagem do uso sustentável dos recursos naturais?



Profissional realizando o manejo de pirarucu na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá em Maraã (AM), 2014.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020

ASSIM SE FAZ CIÊNCIA

Sistema Urubu



Cartaz da campanha do Sistema Urubu.

O Sistema Urubu é a maior rede social de conservação da biodiversidade brasileira. Ele é uma proposta do CBEE [Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas] para reunir, sistematizar e disponibilizar informações sobre a mortalidade de fauna selvagem nas rodovias e ferrovias e tem por objetivo auxiliar o governo e as concessionárias na tomada de decisão para redução destes impactos.

O Sistema Urubu reúne dados das mais variadas fontes: usuários de rodovia, pesquisadores, concessionárias, órgãos governamentais, entre outros. Todos podem contribuir e cada informação, independente da sua origem, tem a mesma importância.

O principal diferencial do Sistema Urubu em relação a outros bancos de dados existentes no mundo é que 100% dos dados são avaliados por pesquisadores, especialistas em identificação de espécies.



PORTAL CBEE – Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas. **Sistema Urubu**. Disponível em: <http://cbee.ufla.br/portal/sistema_urubu/index.php> Acesso em: 12 out. 2018.

ATIVIDADES

1. Qual é a vantagem de envolver os usuários no monitoramento das estradas e ferrovias?

2. Como conhecer o número de animais atropelados nas rodovias e ferrovias pode ser útil na conservação da biodiversidade?

3. Cite outros impactos para a fauna silvestre causados pela infraestrutura viária.

4. Cite exemplos de ações que poderiam ser tomadas para evitar a morte de animais por atropelamento. Considere na sua resposta as várias instâncias: usuários de rodovia, pesquisadores, concessionárias, órgãos governamentais, entre outros.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ASSIM SE FAZ CIÊNCIA

Na seção **Para saber mais: professor**, há um *link* com informações interessantes e outros exemplos de projetos feitos nos moldes da Ciência cidadã.

Perguntar se os alunos já viram um animal atropelado em rodovia ou ferrovia. Questionar o que eles fizeram na ocasião. Provavelmente, a maioria não terá feito nada. Comentar que, por isso, aplicativos como o do projeto Urubu contribuem para a coleta de dados e propostas de iniciativas para reduzir o atropelamento de animais silvestres, ajudando a proteger a biodiversidade. Comentar que esse é um exemplo positivo do uso da tecnologia.

Atividades

1. Ampliar a área de monitoramento e obter um número muito maior de dados e informações.

2. Esse conhecimento auxilia o governo e as concessionárias das rodovias e ferrovias na tomada de decisão para redução destes impactos.

3. Resposta pessoal. Os alunos podem citar, por exemplo, que a construção de estradas e de ferrovias ocasiona alteração e perda de hábitat.

4. Resposta possível: Os usuários, ao conhecer as estradas onde há maior número de acidentes com animais silvestres, podem reduzir a velocidade e redobrar a atenção para evitar atropelamentos. Os pesquisadores podem ajudar fornecendo informações sobre os hábitos dos animais silvestres da região, cooperando com as concessionárias na escolha das medidas mais indicadas em cada caso para evitar os atropelamentos. As concessionárias podem sinalizar os locais onde há risco de travessia de animais silvestres, cercar as margens das estradas para evitar que animais entrem nas rodovias, construir passagens subterrâneas para permitir o trânsito seguro de animais. Os órgãos governamentais podem aumentar a fiscalização sobre as concessionárias, estabelecer regras para a construção de rodovias e ferrovias, entre outras.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Texto: **Ciência Cidadã: Projetos.** BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Disponível em: <http://livro.pro/k2t2qw>. Acesso em: 12 nov. 2018.

MERGULHO NO TEMA


DANIEL BOGNI

1. Consumo consciente

Feira de troca

Você já ouviu falar ou participou de alguma feira de troca? As feiras de troca surgiram para viabilizar a troca de produtos, serviços e conhecimentos de forma direta, sem o uso de dinheiro. Essa iniciativa surgiu na década de 1980, no Canadá. No Brasil, as feiras de troca começaram em 2012 e nelas era feita a troca de brinquedos. Atualmente, nessas feiras qualquer produto pode ser trocado. Elas têm como base os princípios da economia solidária, ou seja, substituir o lucro, a acumulação e a competição por cooperação e solidariedade na medida em que favorece a interação entre as pessoas e a coletividade.

Nesta atividade, você e seus colegas, com a ajuda do professor, vão se organizar para realizar uma feira de troca na escola ou no bairro onde a escola se localiza. Para tanto, vocês devem seguir alguns passos:

Antes da feira

1. Estabeleçam qual produto será trocado: livros, gibis, brinquedos, roupas etc.
2. Definam a data e o local do evento.
3. Divulguem o evento.
4. Separem os materiais que desejam trocar, com a supervisão e consentimento de um adulto responsável.

No dia da feira

5. Arrumem o local para receber os participantes.
6. Identifiquem os produtos que farão parte da feira, com o nome da pessoa que os trouxe.
7. Registrem o evento por meio de fotos (opcional).

Depois da feira

8. Divulguem os resultados no *blog* da escola (se houver), nas redes sociais ou usando os meios de comunicação disponíveis.

REFLEXÕES

1. **Por que é importante repensarmos os nossos hábitos de consumo?**
2. **A feira de troca é uma atitude sustentável? Explique.**
3. **É possível presentear alguém sem ter que comprar um produto novo? Cite exemplos de presentes que não precisam ser adquiridos por meio da compra.**

192

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

CONSUMO CONSCIENTE

Perguntar quem já participou de uma feira de troca. Se algum aluno já tiver participado, permitir que ele compartilhe essa vivência com os colegas. Na seção **Para saber mais: professor**, há *links* com informações que podem ser úteis ao explicar como funciona uma feira de troca.

Perguntar o que os alunos entendem por economia solidária. Explicar que esse tipo de economia se baseia na autogestão. Nela não existe patrão e empregados. Todas as pessoas envolvidas são, ao mesmo tempo, trabalhadores e donos. Esse tipo de economia é baseado na democracia e na cooperação. Nesse tipo de atividade, além de repensarem os seus hábitos de consumo, as crianças aprendem a negociar.

Permitir que a turma tome a iniciativa e estabeleça como vai fazer cada etapa. Incentivar o protagonismo do aluno.

Reflexões

1. Vivendo numa sociedade baseada no consumo de produtos descartáveis, agredimos o ambiente por retirar dele recursos naturais e por depositar nele uma enorme quantidade de resíduos sólidos, além de praticarmos os mais diferentes tipos de poluição durante a extração dos recursos, fabricação, transporte e comercialização dos produtos. Por isso é importante repensarmos os nossos hábitos de consumo, visando o desenvolvimento de uma sociedade sustentável.

2. Espera-se que os alunos respondam que sim, pois, além de favorecer a reflexão sobre os nossos hábitos de consumo, permite a circulação de mercadorias sem a extração de recursos naturais e os gastos energéticos da produção industrial para a fabricação de novos produtos, e reduz a quantidade de resíduo sólido gerada, se considerarmos que os materiais que estavam sem serventia seriam descartados em vez de trocados.

3. Espera-se que os alunos respondam que sim. Preparar uma refeição, fazer um poema ou cantar uma canção são modos de presentear uma pessoa sem ter que adquirir novos produtos.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Texto: **Guia para a feira de trocas de brinquedos**. CRIANÇA E CONSUMO. Disponível em: <http://livro.pro/57zwcm>. Acesso em: 12 nov. 2018.
- Texto: **Feira de troca**. BARBOSA, Grace e GUIMARÃES, Cássia Gomes. Disponível em: <http://livro.pro/kpd7fq>. Acesso em: 12 nov. 2018.

2. Revitalização de um espaço público

Projeto

Uma forma de ajudar a natureza é conservar os ambientes de uso comum, como praças, parques e jardins.

Nesta atividade, você e seus colegas vão elaborar um projeto para revitalização de um espaço de uso comum no bairro em que a escola se localiza.

Procedimento

1. Primeiramente, vocês precisam avaliar se no bairro há espaços de uso público que estão sendo subutilizados por falta de manutenção ou cuidado.
2. O projeto pode contar com a ajuda da escola, da comunidade e da prefeitura. Assim, marquem uma reunião com vereadores, diretores e coordenadores da escola e pais ou responsáveis dos alunos. Na reunião, exponham os locais que a classe identificou como possíveis candidatos a uma revitalização. Esclareça aos convidados que a ideia é realizar a requalificação do espaço público em forma de mutirão pelos próprios alunos e interessados da comunidade. Juntos, com todos os interessados a participar do projeto, definam o local onde será feita a revitalização.
3. De forma conjunta e cooperativa, avaliem que medidas deverão ser tomadas: limpeza, plantio de mudas, instalação de cestos de lixo, conserto de brinquedos ou bancos, entre outras.
4. Se necessário, marquem uma segunda reunião para definir as contribuições de insumos e de serviços (tinta, composto orgânico, mudas, voluntários etc.).
5. Se necessário, escrevam um relatório para ser encaminhado à prefeitura, detalhando o projeto, com todas as informações: a razão da escolha do local, quais ações são pretendidas, quais materiais serão necessários e quem serão as pessoas que participarão da ação de revitalização.
6. Se o projeto for aceito, coloquem-no em andamento, comunicando os participantes das datas em que as ações de revitalização serão realizadas.

REFLEXÕES

1. Antes deste projeto, você já havia reparado nos locais de uso comum (público) que estavam degradados ou abandonados no bairro em que a escola se localiza?
2. A revitalização do espaço adotou medidas de proteção ao meio ambiente? Quais?
3. Por que é importante envolver a comunidade em projetos como este?



FABIO EUGENIO

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

REVITALIZAÇÃO DE UM ESPAÇO PÚBLICO

A ideia dessa atividade é que os alunos atentem para o local onde vivem e incentivar a participação da comunidade não escolar. Atentar para o fato de ter que pedir permissão à prefeitura, dependendo do local escolhido para ser revitalizado. Nesse caso, redigir um documento e encaminhar ao órgão competente, com todas as informações, como objetivo, participantes, ações pretendidas etc.

O envolvimento da comunidade é importante, pois estamos falando de um espaço que é de todos e por isso cabe consulta aos envolvidos. Além disso, esse envolvimento permite o exercício de cidadania, propondo a solução de um problema comum de forma articulada e colaborativa.

Há diversos exemplos de pessoas que ajudam na revitalização de espaços públicos, como as hortas coletivas. As pessoas se reúnem e restauram um espaço que estava abandonado, construindo uma horta coletiva, na qual, todos que trabalham nela podem aproveitar os produtos cultivados. Além de restaurar um espaço, as pessoas passam a se conhecer, cultivam novas amizades e obtêm alimento de qualidade.

Reflexões

1. Resposta pessoal. A intenção é que os alunos sejam motivados a olhar com mais atenção para o lugar em que vivem, ajudando a conservá-lo.

2. Resposta pessoal. A reutilização de materiais, a instalação de cestos para coleta seletiva, o plantio de mudas são exemplos de atitudes que ajudam a proteger o ambiente e que devem ser incentivadas na revitalização do espaço escolhido pelos alunos.

3. A realização de projetos como o sugerido nesta atividade permite o exercício de cidadania, uma vez que envolve a resolução de um problema comum de forma articulada e colaborativa. Comentar que é importante partilhar a reponsabilidade de algo que é comum. Ao participar do projeto, é valorizado o sentimento de pertencimento.

3. Herdeiros do futuro

Interpretação de letra de música

A preocupação com a conservação e preservação da natureza já foi retratada em filmes, poemas e canções. Nesta atividade, você e seus colegas vão cantar e refletir sobre a letra de uma música.

Forme grupo com mais dois colegas. Ouçam a música **Herdeiros do futuro**, de Toquinho, disponível em: <http://livro.pro/ajv9ke>. (acesso em: 2 out. 2018). Depois, façam o que se pede.



REFLEXÕES

1. Quem são os herdeiros do futuro mencionados na canção?

2. Considerando os problemas ambientais atuais e as atitudes humanas, como vocês responderiam às perguntas feitas na canção?

a) Será que no futuro haverá flores?

b) Será que os peixes vão estar no mar?

c) Será que os arco-íris terão cores e os passarinhos vão poder voar?

d) Será que a terra vai seguir nos dando o fruto, a folha, o caule e a raiz?

3. Como podemos cuidar bem desse país?

4. Elaborem uma canção, um poema ou uma obra de arte, em que vocês retratem a preocupação do grupo com a proteção da natureza. No dia combinado com o professor, organizem uma apresentação dos trabalhos de toda a classe.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

HERDEIROS DO FUTURO

Se possível, reproduzir a música em sala de aula para os alunos. Permitir que eles cantem e interpretem a letra da canção, dizendo qual tema é abordado nela. Os assuntos que foram estudados na Unidade podem ser sistematizados pela interpretação da letra dessa canção. Além das questões apresentadas, é possível propor outras, de modo que os alunos reflitam por que são feitas tantas perguntas e por que a canção diz que vamos ter que cuidar bem desse país. Conduzir a conversa de modo que eles reconheçam que diversas atividades humanas causam impactos negativos no ambiente. Explicar que a Terra tem a capacidade de restabelecer o seu equilíbrio até certo ponto, mas, nós seres humanos, já extrapolamos esse limite e, para que possamos continuar tendo um planeta onde viver, é preciso pensar em iniciativas para reverter os danos causados no ambiente. A atividade visa incentivar o protagonismo dos alunos, propondo que eles criem uma forma de falar sobre proteção ambiental. Se julgar oportuno, mostrar a eles outras canções sobre meio ambiente, poemas e obras de arte para que eles possam ter mais exemplos de como a preocupação com o meio ambiente é retratada artisticamente. Para motivá-los é possível combinar a apresentação dos trabalhos feitos por eles em um dia comemorativo, como o dia do meio ambiente ou o aniversário da escola, por exemplo. A comunidade não escolar pode ser convidada e, assim, os alunos podem divulgar os conhecimentos que adquiram, fazendo com que outras pessoas sejam incentivadas a refletir sobre suas ações e a importância da proteção ambiental.

Reflexões

1. As crianças de hoje.

2. Respostas pessoais. Espera-se que os alunos avaliem as ações humanas atuais, conscientizando-se dos seus efeitos danosos e dos esforços necessários para reduzir os problemas ambientais.

3. Resposta pessoal. Espera-se que os alunos considerem a educação ambiental e o desenvolvimento sustentável como medidas para reduzir os problemas ambientais atuais e melhorar a saúde do país e do planeta.

4. Incentivar o protagonismo dos alunos.

4. Pegada ecológica

Cálculo da pegada ecológica e roda de conversa

Tudo o que fazemos deixa marcas no planeta. No início da década de 1990, os especialistas William Rees e Mathis Wackernagel procuravam formas de medir as marcas que deixamos no planeta e, em 1996, os dois cientistas apresentaram ao mundo um novo conceito: **pegada ecológica**.



A pegada ecológica nos ajuda a perceber o quanto de recursos da natureza utilizamos para sustentar nosso estilo de vida, o que inclui as roupas que usamos, o transporte que utilizamos, aquilo que comemos, o que fazemos nas horas de lazer, os produtos que compramos e assim por diante.

Nesta atividade, você e seus colegas são convidados a calcular a pegada ecológica de cada um de vocês e conversarem sobre seus hábitos e o impacto que causam no planeta.

Procedimento

1. Acesse o *site* <http://livro.pro/v4q2bv> (acesso em: 3 out. 2018).
2. Faça o teste e anote o resultado no caderno.
3. Em conjunto com toda a classe, elaborem uma tabela com o resultado do teste de todos os alunos. Depois, conversem sobre os itens a seguir.

REFLEXÕES

1. **Vocês já haviam pensado que tudo o que fazem deixa marcas no planeta?**
2. **Qual foi a média geral da classe? Qual é o tipo de pegada da maioria dos alunos?**
3. **Conversem sobre como cada item a seguir se relaciona com a pegada ecológica:**
   - **hábitos de moradia;**
   - **alimentação;**
   - **consumo de bens;**
   - **locomoção;**
   - **lazer.**
4. **Como é possível reduzir a pegada ecológica, considerando cada um dos itens da questão anterior?**

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

PEGADA ECOLÓGICA

Começar perguntado aos alunos o que é uma pegada. Perguntar: Quem já deixou uma pegada na areia da praia ou no piso da casa ao entrar com poeira na sola dos sapatos? Assim como deixamos pegadas na areia ou no piso de nossas casas, também deixamos marcas no planeta. Explicar que os cientistas criaram uma forma de medir o tamanho da marca que cada pessoa deixa na Terra. Quanto menor a marca, mais sustentável é o modo de vida de uma pessoa, ou seja, suas ações e hábitos cooperam com a conservação do planeta.

Explicar como o cálculo é feito: no *site*, são feitas várias perguntas, às quais os alunos devem responder com sinceridade para não manipular os resultados. Depois, o próprio *site* dá o resultado, calculando a pegada ecológica de cada um.

No *site* há a explicação de como cada item se relaciona com as marcas deixadas no planeta. Vale a pena explorar essas informações com a classe.

Reflexões

1. Resposta pessoal. Incentivar a conversa sobre o assunto entre os alunos.

2. Resposta pessoal. Ajudar os alunos a reunir os resultados de todos da classe para encontrar a média geral da turma.

3. Essa questão tem a intenção de que os alunos reconheçam que tudo o que fazemos tem consequências para o ambiente, pois usados recursos naturais, consumidos combustíveis fósseis, produzimos resíduos sólidos, entre outros.

4. Permitir que os alunos conversem sobre o resultado do teste e a média geral da classe. Ajudá-los na interpretação dos resultados: a maioria dos alunos tem uma pegada ecológica moderada, ou seja, pratica ações que ajudam a reduzir os impactos negativos sobre o ambiente, ou uma pegada larga, indicando que é preciso rever hábitos e mudar o estilo de vida para diminuir o impacto sobre o ambiente? Permitir que eles troquem ideias e expressem suas opiniões livremente. O endereço eletrônico **Pegada ecológica? O que é isso?** WWF. Disponível em: <http://livro.pro/zpjnxm>. Acesso em: 16 nov. 2018 (navegar pelo menu na lateral esquerda da página) tem informações interessantes sobre o assunto e que podem ser úteis na discussão sobre como cada item proposto na questão **3** se relaciona com a pegada ecológica e como cada um deles pode ser trabalhado no dia a dia para reduzir o nosso impacto no planeta.

5. Dia de votação

Pesquisa, roda de conversa e votação

Imagine que você seja morador de um pequeno município brasileiro onde recentemente foi descoberto que o subsolo é rico em minérios. Nesse município, a maior parte da população é formada por pescadores. Porém, devido à pesca clandestina, os recursos pesqueiros diminuíram e a população enfrenta dificuldades financeiras. O governo prometeu ajudar, formando parcerias com instituições de pesquisa e elaborando projetos de manejo para que os recursos pesqueiros sejam recuperados e passem a ser explorados de maneira sustentável.

O jornal local noticiou que uma mineradora tem interesse em explorar o subsolo para extrair minérios no município. De um lado, muitos moradores aprovaram a instalação da mineradora, pois ela vai gerar empregos e impulsionar o desenvolvimento da região em um prazo menor do que o previsto para a recuperação dos recursos pesqueiros.

Por outro lado, algumas pessoas não gostaram da ideia e ficaram contra a exploração de minério. Essas pessoas alegaram que essa atividade vai destruir o ambiente natural, causando perda do hábitat de muitos seres vivos, além de poluir o solo e a água e, dessa forma, acabar de vez com os peixes da região. Elas também têm receio de acidentes com a represa de rejeitos da mineração que será construída próximo ao município. Elas julgam que os projetos de manejo, além de cooperar com a obtenção de renda da população, vão ajudar a recuperar a vida nos rios, o que é bom para o meio ambiente.

Para conceder ou não o aval à exploração de minérios na região, as autoridades resolveram ouvir os moradores e vão realizar uma votação.

Procedimento

1. Pesquise em livros, jornais, revistas e internet informações sobre mineração, os benefícios e prejuízos advindos dessa atividade. Anote as informações que achar mais importantes.
2. Discuta com toda a classe os prós e contras da exploração de minérios. Dê sua opinião e ouça a opinião dos colegas.
3. No dia combinado pelo professor, cada aluno vai receber uma cédula para a votação, como este modelo:

Você é a favor do estabelecimento da mineradora no município?

Sim ☐ Não ☐

EDITORIA DE ARTE

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

DIA DE VOTAÇÃO

Essa atividade, além de permitir que os alunos reflitam sobre a importância de ações sustentáveis, coopera para que eles exerçam a cidadania e conversem sobre o que é viver em uma democracia. Perguntar quem sabe o que é democracia. Permitir que eles deem sua opinião e, se julgar oportuno, pedir que eles busquem o termo em um dicionário. Explicar que em um sistema democrático, todas as pessoas são livres para dar sua opinião, mas o desejo da maioria prevalece. E é isso que será proposto nessa atividade: todos os alunos vão poder opinar sobre o que deve ser feito na região fictícia, considerando os prós e contras de cada medida proposta, votando na solução que julgam estar mais alinhada ao seu modo de pensar.

É importante que os alunos avaliem as propostas feitas para a recuperação econômica do município fictício, se imaginando como moradores dessa localidade. Além disso, é importante que eles reconheçam que as medidas sugeridas afetam o município e seus moradores não apenas economicamente, mas há diversas outras implicações, inclusive ambientais.

Se necessário, ajudar os alunos na pesquisa sobre a mineração, buscando conhecer os benefícios e os prejuízos advindos dessa atividade. Após a pesquisa, promover um debate na classe, incentivando os alunos a refletir sobre os prós e contras da exploração de minérios. Inicialmente, a discussão deve ser feita em pequenos grupos e, depois, com a classe toda para que todos possam se manifestar. Se julgar oportuno, mencionar o desastre ambiental ocorrido em Mariana (Minas Gerais) devido ao rompimento de uma barragem de rejeitos da mineração. Perguntar o que é mais vantajoso: um desenvolvimento econômico mais lento, porém sustentável, conservando o ambiente, ou um desenvolvimento econômico mais rápido, com riscos para a natureza?

O professor deve providenciar as cédulas de votação com certa antecedência. Os alunos podem ajudar na arrumação da sala no dia da votação. No dia combinado, proceder como em uma votação real: o voto deve ser secreto e feito de maneira organizada e respeitosa. Depois da contagem dos votos, a opinião da maioria prevalece e os "derrotados" devem aceitar a decisão, mesmo sendo contrários a ela.

4. Vote e deposite o seu voto na urna. O voto é secreto, e você não precisa contar a ninguém qual foi a sua posição.

5. Ao final da votação, o professor vai fazer a contagem dos votos e revelar qual será o futuro do município.



REFLEXÕES

1. Todos os alunos tiveram a mesma opinião sobre a instalação da mineradora no município fictício?

2. Quais foram os principais argumentos a favor da mineradora?

3. Quais foram os principais argumentos contra a mineradora?

4. É possível haver desenvolvimento socioeconômico sem prejuízos ao ambiente natural? Explique.

5. Na sua opinião, o lucro financeiro imediato compensa qualquer tipo de prejuízo ambiental?

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Reflexões

1. Resposta pessoal.

2. Resposta pessoal. Incentivar os alunos a usarem os dados obtidos na pesquisa.

3. Resposta pessoal. Incentivar os alunos a usarem os dados obtidos na pesquisa.

4. Toda atividade humana vai ter impactos no ambiente. Alguns impactos podem ser maiores que outros. No entanto, é possível planejar e realizar ações para reduzir os impactos negativos, fazendo com que o desenvolvimento socioeconômico aconteça de forma compatível com a proteção do ambiente.

5. Em curto prazo pode ser que o lucro chame muito mais a atenção do que o prejuízo ambiental. Porém, em longo prazo, a manutenção da biodiversidade e a exploração dos recursos naturais de forma sustentável são muito mais lucrativas. Comentar com os alunos que uma floresta tem muito mais valor de pé do que derrubada. O desmatamento para a ampliação da agropecuária pode parecer muito rentável, mas a exploração intensa dos recursos naturais leva ao esgotamento e à diminuição do lucro com o passar do tempo. Por isso o uso do solo e dos recursos florestais de maneira sustentável é mais lucrativo e ambientalmente mais saudável.

6. O problema ocasionado pelo plástico

Leitura de texto e análise de um problema

Veja no material audiovisual o áudio sobre ilha de lixo no Oceano Pacífico.

Nesta atividade, você e seus colegas são convidados a refletir sobre um problema que vem causando a poluição dos mares e a morte de muitos animais aquáticos, além de prejuízos para a saúde humana: o consumo de objetos descartáveis de plástico.

Esses produtos fazem parte do cotidiano da maioria das pessoas e são usados de maneira corriqueira e sem critério. Para chamar a atenção da população para esse problema e estimular mudanças de hábitos, algumas medidas estão sendo tomadas. O texto a seguir trata desse assunto. Leia-o com seus colegas. Depois, respondam às questões propostas.

A lei contra canudos de plástico no Rio. E o problema pelo mundo

Estudos apontam acúmulo do material nos mares e presença de partículas no ar, na água da torneira, no sal de cozinha, em peixes, em moluscos, no mel e na cerveja

Na quinta-feira (7) [jun. 2018], a Câmara Municipal do Rio de Janeiro aprovou um projeto de lei que obriga restaurantes, quiosques, bares, barracas e vendedores ambulantes a usarem canudos de papel.

Pelo documento, os canudos de plástico ficam banidos. Estabelecimentos que descumprirem a lei devem ser multados em R$ 3.000 e, em caso de reincidência, R$ 6.000. O PL [...] aguarda sanção do prefeito [...] para que possa começar a ser implementado.

Regras contra o plástico no mundo e no Brasil

A aprovação da regra no Rio ocorre em um contexto em que cientistas e instituições internacionais têm reforçado sua preocupação com o aumento do acúmulo de plástico no mundo.

O projeto de lei aprovado pela Câmara destaca que há excesso do plástico nos oceanos. E que “muitos animais aquáticos morrem ao ingerir tais materiais”.

Poucos fungos e bactérias são capazes de digerir o plástico, o que faz com que ele seja considerado não biodegradável. Isso significa que a maior parte do lixo plástico atirado na natureza continua a existir indefinidamente, mesmo quando se quebra em pedaços menores.

[...] a diretora-executiva do WRI (World Resources Institute) no Brasil e membro da Rede de Especialistas em Conservação da Natureza, Rachel Biderman, afirma que a visibilidade do problema tem levado legisladores de várias partes do mundo a adotarem restrições ao material. A rede se dedica à promoção de bem-estar humano e proteção do meio ambiente.

Entre os países que estabelecem restrições em nível federal para a comercialização de plástico descartável estão França, Itália, Ruanda e China.

“Isso [a adoção de leis para redução de consumo de plástico] parte da constatação pelos cientistas de que há um alto nível de contaminação dos oceanos e dos animais dos oceanos, e da conclusão da ONU de que esse é um dos temas mais complexos e ameaçadores para a biodiversidade dos oceanos. As pessoas estão preocupadas com a própria saúde, ninguém quer comer plástico.” [disse Rachel Biderman] [...]

Em maio de 2018, a Comissão Europeia, o órgão executivo da União Europeia, apresentou uma proposta para reduzir a quantidade de itens de plástico que costumam ser descartados após um único uso.

Ela propõe banir do mercado bastões de cotonete, talheres e pratos, canudos, mexedor de bebida e varetas de balões de ar feitos de plástico.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

198

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

O PROBLEMA OCASIONADO PELO PLÁSTICO

Essa atividade permite o desenvolvimento da **habilidade EF09CI13**, abordando uma iniciativa para a solução de problemas ambientais ocasionados pelo consumo excessivo de objetos descartáveis feitos de plástico, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade. Elas estão se mostrando bem-sucedidas, como a mobilização da população para o fim do uso do canudo de plástico, que está pressionando as indústrias a mudarem de atitude e pensarem em alternativas sustentáveis.

Perguntar quem tem o hábito de usar canudo de plástico quando vai a uma lanchonete ou quando bebe um coco gelado. Perguntar: vocês já pensaram no dano ambiental causado pelos canudinhos que são descartados de forma inadequada? Ler o texto com os alunos e propor uma conversa sobre o assunto. É provável que alguns alunos já tenham ouvido falar sobre os problemas causados pelo descarte inadequado de objetos feitos de plástico. Lembrá-los, por exemplo, da ilha de plástico que se formou no oceano Pacífico.

Ressaltar que o plástico demora muito tempo para se decompor na natureza. Há algum tempo, pesquisadores buscam por alternativas para substituir o plástico feito a partir do petróleo por materiais biodegradáveis, como os plásticos feitos de mandioca. Porém, agora, medidas mais taxativas estão sendo tomadas. Estão surgindo leis para inibir ou proibir o uso de canudos de plástico feitos a partir do petróleo. Perguntar aos alunos se eles têm ideia de quantos canudos de plásticos são usados no mundo diariamente. A critério de curiosidade, comentar que apenas nos Estados Unidos são usados cerca de 500 milhões de canudos todos os dias (dados de 2018). Na seção **Para saber mais: professor**, há um *link* com uma reportagem sobre o assunto, com números interessantes que podem ajudar os alunos a compreender o tamanho do problema causado por um objeto tão pequeno e de uso corriqueiro.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Matéria: Canudinho é o mais efêmero dos descartáveis poluidores. GAMA, Mara. **Folha de S.Paulo**, 2018. Disponível em: <http://livro.pro/uajck5>. Acesso em: 12 nov. 2018.

NO AUDIOVISUAL

Um dos materiais disponíveis nesta coleção apresenta a ilha de lixo do Oceano Pacífico e é apresentado na forma de áudio. Nele é possível discutir sobre práticas de consumo e a importância da redução de resíduos sólidos.

[...] Anna Carolina Lobo, coordenadora do Programa Mata Atlântica e Marinho da ONG WWF-Brasil, avalia que a legislação do Rio pode se tornar um exemplo para outros municípios, caso seja sancionada [...].

A exemplo do documento aprovado pela Câmara no Rio, um projeto de lei protocolado no início de maio de 2018 na capital paulista [...] estipula multa de R$ 8.000 para hotéis, restaurantes, bares, padarias, clubes noturnos e eventos musicais que utilizarem canudos de plástico.

Não há nenhuma lei federal nesse sentido, apesar de haver uma medida em discussão. [...]

[...]

FÁBIO, A. C. A lei contra canudos de plástico no Rio. E o problema pelo mundo. **Nexo**. Disponível em: <https://www.nexojornal.com.br/expresso/2018/06/14/A-lei-contra-canudos-de-plástico-no-Rio.-E-o-problema-pelo-mundo>. Acesso em: 12 out. 2018.

CHRISTOPHE SIMON/AFP

REFLEXÕES

1. Ao usar um canudo de plástico, vocês já tinham parado para pensar que esse material poderia causar a morte de muitos animais aquáticos e ainda contaminar água e alimentos de consumo humano? Comentem.
2. Vocês já conheciam os problemas causados pelo uso de materiais de plástico e seu descarte inadequado?
3. O conhecimento de que o uso de canudos de plástico causa sérios problemas para os ecossistemas aquáticos e para a saúde das pessoas fez com que vocês refletissem sobre a forma como usam esses e outros objetos descartáveis? Comentem.
4. Qual é a opinião de vocês sobre os projetos de lei para inibir o uso de materiais feitos de plástico? A proibição por medidas legais no Rio de Janeiro deve ser uma iniciativa a ser seguida por todos os municípios do Brasil?
5. Vocês acreditam que a existência de uma proibição faz as pessoas refletirem sobre seus hábitos de consumo em relação ao uso de canudos e outros materiais de plástico? Comentem.
6. A troca dos canudos de plásticos por outros feitos de papel é uma medida que reduz os impactos sobre o meio ambiente? Expliquem.
7. Além de leis proibitivas elaboradas e aprovadas pelas autoridades, que medidas podem ser tomadas pela população em geral para reduzir os problemas ocasionados pelos materiais plásticos?

Esculturas de peixe feitas com garrafas de plástico na praia de Botafogo, no Rio de Janeiro, em 2012, durante a conferência Rio+20. Essa foi uma forma de alertar a população para o problema ocasionado pelo uso excessivo de materiais feito de plástico e para o descarte inadequado desses materiais, que ocasiona a poluição dos mares.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Reflexões

1. Resposta pessoal. A intenção é saber se os alunos já estão atentos a esta problemática e se têm preocupação com a forma como se relacionam com o ambiente.

2. Resposta pessoal. Incentivar a troca de ideias e a participação dos alunos na conversa sobre o assunto.

3. Resposta pessoal. A intenção é que os alunos reconheçam que o conhecimento é essencial para a mudança de hábitos.

4. Resposta pessoal. Incentivar a troca de ideias e opiniões entre os alunos.

5. Resposta pessoal. Incentivar a troca de ideias e opiniões entre os alunos.

6. Espera-se que os alunos reconheçam que o papel é biodegradável e se decompõe com mais facilidade que o plástico, não se acumulando no ambiente. Porém, esse material é feito a partir da celulose de tronco de árvores. Se a celulose necessária para fabricação deste material vier de madeira de reflorestamento, o uso de papel no lugar do plástico pode ser considerado uma troca que gera menos impactos sobre o ambiente. A medida que diminuiria de verdade o impacto sobre o ambiente seria a redução ou a eliminação do uso de canudos.

7. Resposta pessoal. Incentivar os alunos a avaliar o problema e refletir sobre possíveis soluções que possam ser tomadas por qualquer cidadão. Eles podem citar, por exemplo, a mudança de hábito das pessoas, as quais podem deixar de usar canudos e materiais de plástico descartáveis. Podemos reduzir o consumo, fazer escolhas mais conscientes e optar pelo uso de materiais que possam ser usados várias vezes, descartar os materiais de forma adequada, incentivar a reciclagem, entre muitas outras atitudes ambientalmente mais saudáveis.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

MAIS

A história do planeta azul. A leitura desse livro pode ser sugerida para complementar e enriquecer a conversa sobre a conservação do meio ambiente e as atitudes que podemos ter para ajudar a natureza. A leitura também pode ser sugerida antes do estudo da Unidade, como mote para abordar os assuntos.

Protegendo o Meio Ambiente – reciclagem e coleta seletiva. A leitura desse livro pode ser sugerida para complementar e enriquecer a conversa sobre como a reciclagem e a coleta seletiva podem ajudar a reduzir os impactos negativos de nossas ações sobre o ambiente.

Compreendendo as dimensões do desenvolvimento sustentável. Esse vídeo pode ser usado para sistematizar o conceito de desenvolvimento sustentável e ampliar o assunto pela reflexão sobre as metas sugeridas pela agenda 2030.

Nações Unidas do Brasil – Transformando o nosso mundo: agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. Esse *site* traz diversas informações sobre as metas sugeridas para atingir o desenvolvimento sustentável.

Como descartar celulares, remédios, vidros, móveis e mais. A reciclagem e o descarte correto dos resíduos sólidos são assuntos que costumam ser abordados quando se fala em conservação ambiental. Mas será que sabemos descartar todo tipo de resíduo da forma adequada? Nesse *site*, os alunos podem obter essas informações. Se julgar oportuno, sugerir que eles façam uma pesquisa e depois divulguem à comunidade escolar e não escolar como proceder o descarte correto de equipamentos eletrônicos e medicamentos, por exemplo.

MAIS

LIVROS

- **A história do planeta azul**
  Andri Snaer Magnason. São Paulo: Editora Hedra, 2012.

Em um planeta onde só existem crianças, elas fazem o que querem e quando querem. Até a chegada de um misterioso adulto, que muda a maneira de olhar o lugar em que vivem. Este livro aborda a preservação do meio ambiente.



EDITORA HEDRA



EDITORA HEDRA

- **Protegendo o Meio Ambiente: reciclagem e coleta seletiva**
  Ana Carolina Amaral. São Paulo: Editora Hedra Educação, 2013.

Todos nós precisamos olhar o mundo pelas lentes da sustentabilidade. A partir disso, a reciclagem aparece com papel de destaque e, ao lado dela, outras ações e comportamentos que nós podemos e devemos assumir para fazer a nossa parte.

VÍDEO

- **Compreendendo as dimensões do desenvolvimento sustentável**
  Produção: ONU Brasil. 2017

Crescimento econômico, inclusão social e proteção ambiental, aliados a parcerias e à paz, garantem o cumprimento da agenda 2030.

Disponível em: <http://livro.pro/oihpw8>. Acesso em: 15 out. 2018.


ONU BRASIL

SITES

- **Nações Unidas do Brasil – Transformando o nosso mundo: Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**

Neste endereço você pode conhecer os **17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e as 169 metas**, que buscam equilibrar as três dimensões do desenvolvimento sustentável: a econômica, a social e a ambiental.

Disponível em: <http://livro.pro/s443u6>. Acesso em: 15 out. 2018.

- **Como descartar celulares, remédios, vidros, móveis e mais**

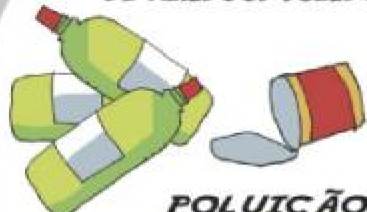
Aprenda nesta página como descartar diferentes materiais da maneira correta, já que o lixo deixou de ser um problema apenas dentro de casa e é urgente saber como resolver ou reduzir os prejuízos causados pelos resíduos sólidos.

Disponível em: <http://livro.pro/reibhg>. Acesso em: 15 out. 2018.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

FIM DE PAPO







1. Retome suas respostas às questões da abertura da Unidade.
- Você alteraria alguma das suas respostas? Se sim, como e por quê?

2. Usando as palavras do quadro, responda à seguinte questão:
- Como podemos cuidar melhor do planeta?

atitudes conscientes	educação	preservação	conservação

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Respostas

1. Espera-se que os estudantes revisem as respostas que deram inicialmente às questões da abertura e as alterem ou complementem, de acordo com o que aprenderam. Ao confrontarem o que sabiam sobre o assunto antes e depois do estudo da Unidade, os alunos têm um estímulo para desenvolver a metacognição. Essa atividade pode ser feita em grupos, estimulando a colaboração entre os alunos para o esclarecimento de dúvidas.

2. Esta atividade tem o intuito de desenvolver a capacidade de síntese dos estudantes. Ao elaborar a resposta, espera-se que os alunos relacionem os conceitos listados de modo a explicitar a participação de cada cidadão no cuidado com o planeta. Possibilidade de resposta: Algumas ações para a conservação e preservação do ambiente dependem dos governos. Outras podem ser praticadas por qualquer cidadão. Ambas envolvem a educação ambiental e o desenvolvimento sustentável. É possível mudar hábitos de consumo, visando ter atitudes mais conscientes e, assim, ajudar a reduzir o impacto negativo sobre o ambiente.

Para complementar o fechamento da Unidade, pode ser proposta a produção coletiva de um material que simbolize o que foi estudado, segundo a opinião dos estudantes. Pode ser um texto escrito com a colaboração de todos, uma pintura, um vídeo, uma escultura etc. Realizando esse trabalho ao final de todas as Unidades, será possível acumular os materiais produzidos e criar uma exposição para a turma no final do ano letivo. Essa atividade propicia um momento de reflexão sobre o que foi estudado, no qual os alunos podem expor suas opiniões sobre a importância dos assuntos abordados, as dificuldades que tiveram, entre outros.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

FIM DE PAPO

Aproveitar essa seção para revisar o conteúdo estudado e avaliar a compreensão dos estudantes. Peça à turma que observe as informações ilustradas e classifique cada um dos itens da seguinte maneira:
- Compreendi bem.
- Entendi, mas tenho dúvidas.
- Não entendi.

Essa classificação pode ser feita individualmente ou com a turma toda, pela criação de uma tabela na lousa. Outra opção é reunir os alunos em grupos, de modo que possam conversar entre si sobre suas dúvidas. Verifique quais assuntos originaram mais dúvidas e avalie como retomá-los para esclarecê-las.

PROPOSTA DA UNIDADE

Esta Unidade encerra a abordagem de Astronomia na coleção voltando o olhar do aluno para o que existe além do sistema Sol-Terra-Lua. O trabalho se inicia com algumas considerações sobre as origens da Astronomia e os usos e significados que culturas antigas relacionavam aos astros. Essa abordagem procura colocar os estudantes em contato com questionamentos e pensamentos que permeiam a história da Astronomia, como questões sobre de onde viemos, se há vida fora da Terra, se poderíamos habitar outros locais do espaço, entre outras. O assunto da Unidade favorece essa abordagem e contribui para desenvolver uma aprendizagem mais significativa. A Unidade prossegue com considerações sobre distâncias astronômicas, que serão importantes adiante. A formação do Sistema Solar e o ciclo de vida das estrelas são abordados de maneira simplificada, e segue com a análise de outros objetos do Sistema Solar. Passa-se para o estudo da Via Láctea, de outras galáxias e da composição do Universo. A Unidade se encerra com considerações sobre vida fora da Terra e a possibilidade de colonização humana de outros planetas.

HABILIDADES p. XXVI

- EF09CI14
- EF09CI15
- EF09CI16
- EF09CI17

COMPETÊNCIAS

GERAIS p. VII

- 1, 2, 5, 6 e 7.

ESPECÍFICAS p. XII

- 1, 2, 3 e 6.



6 O que existe no Universo?

Céu noturno em Fernando de Noronha (PE).

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

CONTEÚDOS CONCEITUAIS

- Origens da Astronomia.
- Formação do Universo.
- Distâncias astronômicas.
- Formação do Sistema Solar.
- Composição do Sistema Solar.
- Ciclo de vida das estrelas.
- Planetas do Sistema Solar: rochosos e gasosos.
- Outros objetos do Sistema Solar: planetas-anões, satélites naturais, asteroides, cometas e meteoroides.
- Via Láctea e outras galáxias.
- Vida fora da Terra e possibilidades de habitação humana em outros planetas.



ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

A observação do céu noturno é uma atividade que desperta encanto e curiosidade, o que favorece a promoção de uma aprendizagem significativa. Acompanhar os alunos na análise da imagem e pedir aos estudantes que folheiem as páginas da Unidade, analisando outras fotografias. As fotografias astronômicas empregadas ao longo da Unidade podem despertar a curiosidade dos estudantes e ser usadas para que exponham suas dúvidas em relação ao Universo. As dúvidas e concepções apresentadas pelos estudantes ajudam a orientar o planejamento das aulas e da condução dos assuntos.

PARA INÍCIO DE CONVERSA

1. Estrelas, planetas, galáxias, nebulosas e outros corpos celestes. Inicialmente, é possível que os alunos indiquem apenas estrelas e planetas. Espera-se que, ao final da Unidade, eles possam complementar suas respostas.

2. Não. Apesar de parecerem "fixos" em uma abóbada celeste, a distância entre estrelas, planetas e galáxias é enorme.

3. Teoricamente, é possível. A pesquisa por vida fora da Terra busca por marcas que os organismos deixam nos planetas, como alterações na composição da atmosfera. Esses estudos levam em conta a vida como a conhecemos na Terra.

NO DIGITAL – 4º bimestre

- Veja o plano de desenvolvimento para a Unidade **6**.
- Desenvolva o projeto integrador sobre o céu, nossa janela de observação para o Universo.
- Explore a sequência didática sobre a vida das estrelas, que trabalha a habilidade **EF09CI17**.
- Acesse a proposta de acompanhamento da aprendizagem.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ORIGENS DA ASTRONOMIA

Nos livros de 6º e 8º anos são tratados diversos aspectos do desenvolvimento histórico da Astronomia, bem como diferentes leituras do céu e explicações sobre o funcionamento do Universo por distintas culturas. Esse conteúdo, aliado ao que é apresentado nestas páginas iniciais da Unidade, pode ser empregado para desenvolver a **habilidade EF09CI15**. A **atividade 2**, na seção **Mergulho no tema**, propõe abordar esse assunto por meio de pesquisas realizadas pelos estudantes.

Ao abordar o assunto desta página, retomar o que os alunos já conhecem sobre a origem da Astronomia e sua importância para povos antigos. É possível que os alunos mencionem a divisão do tempo em dias, anos e estações do ano – assuntos tradicionalmente abordados em anos anteriores do Ensino Fundamental. Avaliar as respostas apresentadas e fazer as orientações que julgar necessário. A noção de que o desenvolvimento inicial da Astronomia supria necessidades práticas básicas – controle do tempo, agricultura, orientação espacial etc. – deve ficar clara.

Dedicar um tempo para a leitura do Disco de Nebra com os estudantes. Após colher as impressões deles sobre a peça, explicar que ela tem cerca de 2 kg e mede 32 cm de diâmetro, sendo quase perfeitamente circular. Pesquisadores supõem que ela representa uma visão do mundo em que a Terra é plana e coberta por uma cúpula esférica. Além disso, alguns detalhes da peça podem indicar o local de nascimento do Sol durante os solstícios e equinócios, o que evidencia o caráter prático da peça. Não é descartada a hipótese de que ela também tenha tido finalidades religiosas.

Origens da Astronomia

A observação dos corpos celestes é uma atividade antiga na humanidade. Existem registros de eventos como eclipses ou passagem de cometas que datam de 2700 a.C. na China e 3400 a.C. na Irlanda, por exemplo. O texto astronômico mais antigo conhecido é um documento encontrado na Mesopotâmia, escrito por volta de 1600 a.C., que descreve o movimento do planeta Vênus de maneira consideravelmente precisa.

Esse interesse pelos movimentos regulares dos astros tem diversas razões: o movimento aparente do Sol determina os dias claros e as noites; os movimentos regulares da Lua permitem dividir o tempo de maneira conveniente; o aparecimento de determinadas estrelas ou constelações pode anunciar a cheia de um rio ou a mudança de estação, entre outros fenômenos. A utilidade prática, portanto, foi uma característica da observação dos astros desde o princípio.

Esse fato pode ser constatado em algumas figuras do **zodíaco**, por exemplo. A constelação do Touro foi criada por povos mesopotâmicos para identificar a época do ano propícia para a reprodução de gado, de modo que a prole nasça na primavera e tenha mais chances de sobreviver – naquela região, o inverno é rígido e hostil. Do mesmo modo, a constelação de Áries indicava a época favorável para a procriação de carneiros.

Povos indígenas brasileiros também desenvolveram conhecimentos astronômicos com finalidades práticas, desde a localização espacial até a contagem do tempo. Diversas etnias reconhecem as constelações da Ema, que indica o início do inverno no hemisfério Sul, e do Homem velho, que indica o início do verão, entre outras.

Além do uso prático, o estudo dos corpos celestes também teve finalidades místicas. Os movimentos dos astros eram interpretados como presságios ou mensagens divinas, e, em muitas civilizações – babilônicos, sumérios, egípcios e outros –, a Astronomia era atribuição de sacerdotes.

Zodíaco: termo de origem grega que significa "círculo de animais". Trata-se da divisão de uma faixa da esfera celeste em doze constelações, feita a partir da mitologia de babilônios, egípcios, gregos e romanos.



O disco solar de Nebra, feito de cobre e ouro, representa o Sol (ou a Lua cheia), a Lua na fase crescente e uma chuva de meteoros. É uma ferramenta astronômica com mais de 3600 anos, usada para contagem do tempo, encontrada na Europa Central.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

Matéria: Pesquisa revela importância do Disco de Nebra. **Deutsche Welle Brasil**, 2004. Disponível em: <http://livro.pro/727tjb>. Acesso em: 12 nov. 2018.

Cada sociedade desenvolveu sua leitura particular do céu. Algumas identificavam os mesmos fenômenos, como o movimento de algum planeta ou a passagem de um cometa, mas elaboravam explicações e significados completamente distintos para eles. Diversas dessas observações contribuíram para construir a Astronomia moderna, e esse conhecimento ainda é preservado na cultura de muitos povos.

O desenvolvimento da Astronomia como ciência iniciou-se no século XVII e, portanto, é relativamente recente. Isso foi fruto do trabalho de astrônomos como o polonês Nicolau Copérnico, o italiano Galileu Galilei e o alemão Johannes Kepler, entre outros, que buscavam explicações naturais, e não místicas, para os fenômenos observados. Apesar de ser uma ciência relativamente tão nova, a Astronomia já produziu uma quantidade enorme de conhecimento sobre o Universo, respondeu muitas de nossas perguntas e produziu diversas outras. Nesta Unidade, vamos entrar em contato com uma pequena parte desse conhecimento.


MUSEU MARÍTIMO NACIONAL, LONDRES

Retrato de Galileu Galilei, que introduziu o uso do telescópio na Astronomia e revolucionou essa ciência.

VAMOS VERIFICAR

Astrologia e Astronomia

Praticamente todos os jornais impressos, desde os mais populares até os de pequena tiragem, contam com uma seção de horóscopo. Como vimos, a astrologia – crença de que os astros podem influenciar na vida das pessoas – é milenar e surgiu em diferentes povos, tendo se perpetuado até os dias atuais. Como a Astronomia entra nessa história?

ATIVIDADES

1. Em grupos, pesquisem em livros ou na internet as seguintes questões:
- Quais são as diferenças entre mitologia e ciência? Astrologia e Astronomia se enquadram em que categoria?
- Qual é a relação entre astrologia e Astronomia? Que semelhanças e diferenças existem entre elas?

2. Reúnam as informações obtidas e, no dia combinado, formem uma roda de conversa com a turma para discutir a seguinte afirmação:
- Uma pessoa que acredita em Astronomia não deveria acreditar em astrologia, e vice-versa.

Vocês concordam? Discordam? Exponham seus pontos de vista para os colegas e ouças as opiniões deles.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

VAMOS VERIFICAR

A crença na astrologia é bastante difundida no Brasil, a ponto de ter presença garantida em diversos jornais impressos no país, muitas vezes recebendo mais espaço que a divulgação científica, por exemplo. Uma pesquisa realizada em 2017, elencada na lista a seguir, revelou que aproximadamente 44% dos brasileiros afirmam acreditar em astrologia.

A astrologia é uma forma de mitologia, um tipo de compreensão intuitiva da realidade que dispensa fundamentações naturais e não se questiona ou modifica. A Astronomia, por sua vez, é uma ciência e constrói conhecimento com base em argumentos e fundamentos, com auxílio de modelos e experimentações. Os materiais relacionados a seguir podem ser indicados como fonte de consulta para os estudantes.

Ao realizar a roda de conversa proposta, estimular um ambiente onde as diferentes opiniões sobre o assunto possam ser manifestadas de maneira respeitosa, assegurando o direito à liberdade de crença a todos. Como Astronomia e astrologia partem de um mesmo objeto de estudo, os astros, a comparação entre elas é frequente. Espera-se que os alunos considerem, porém, que ambas oferecem diferentes olhares sobre os astros, com finalidades e significados distintos.

PARA SABER MAIS: ALUNO

- Matéria: Verdades inconvenientes sobre astrologia. HUECK, Karin. **Superinteressante**, 2018. Disponível em: <http://livro.pro/4bfhbm>. Acesso em: 12 nov. 2018.
- Matéria: Você acredita em horóscopo? MULET, José Miguel. **El país**, 2017. Disponível em: <http://livro.pro/d3k82w>. Acesso em: 12 nov. 2018.
- Matéria: Por que cientistas dizem que a astrologia não funciona? ORSI, Carlos. **UOL**, 2018. Disponível em: <http://livro.pro/fqeie8>. Acesso em: 12 nov. 2018.
- Matéria: Pesquisa revela que 44% dos brasileiros seguem mais de uma religião. PAINS, Clarissa. **O globo**. Disponível em: <http://livro.pro/4a583b>. Acesso em: 21 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Formação do Universo

O estudo da origem do Universo desperta fascínio, curiosidade e muitas dúvidas por parte dos estudantes. Por se tratar de um evento muito remoto – a rigor, o evento mais remoto possível, é extremamente difícil obter informações sobre ele; somente com avanços tecnológicos recentes conseguimos "enxergar" o passado remoto do Universo – consulte a página 230 para mais informações. Além disso, as explicações mais aceitas para os eventos que desencadearam a expansão do Universo e a formação de estrelas e outros corpos celestes envolvem conceitos muito abstratos e avançados para a faixa etária dos alunos. Se julgar pertinente, comentar que existem outras teorias que tentam explicar a origem do Universo, mas a teoria do *Big Bang* ainda é a mais aceita pela comunidade científica.

PALAVRA-CHAVE

O conceito de atração gravitacional é central para compreender fenômenos astronômicos como a formação de estrelas, sistemas planetários, galáxias e a órbita de planetas e satélites naturais ao redor de outros astros, entre outros. Embora seja fácil constatar a ação da gravidade quando observamos objetos caindo na superfície do planeta, compreender a ação da gravidade no espaço sideral, em eventos que envolvem dois ou mais astros, exige certa abstração. Ao longo da Unidade, explicações de fenômenos retomarão frequentemente o conceito de atração gravitacional; por esse motivo, é importante dedicar um tempo para esclarecer o conceito com a turma.

Formação do Universo

No início do século XX, importantes avanços no conhecimento científico permitiram a criação de uma teoria para explicar a origem do Universo chamada teoria da grande explosão. Ela também é bastante conhecida pelo nome inglês: Teoria do *Big Bang*.

Amplamente aceita pela comunidade científica, essa teoria afirma que o Universo teve origem há cerca de 13,8 bilhões de anos, a partir de uma grande explosão que criou o espaço e o tempo.

Nesse evento, o Universo se expandiu muito rapidamente, e a matéria – que inicialmente se encontrava condensada em um único ponto, extremamente denso e quente – espalhou-se pelo Universo. Somente após muitos milhões de anos, devido à **atração gravitacional**, a matéria passou a se **aglutinar**, dando origem às primeiras estrelas e galáxias. Analisaremos a formação de estrelas e planetas adiante.

Aglutinar: juntar, fundir.

PALAVRA-CHAVE

Compreender como a **gravidade** atua nos ajuda a entender diversos fenômenos, desde a queda de um lápis até a formação de galáxias. Nos estudos de Astronomia, ela é um conceito central.

A gravidade é uma força de **atração entre os corpos**. De maneira simplificada, podemos dizer que, entre dois corpos quaisquer, existe atração gravitacional. Por exemplo: entre você e este livro, existe atração gravitacional. O seu corpo atrai o livro com a mesma intensidade que o livro atrai seu corpo.

Essa afirmação pode parecer absurda; afinal, não percebemos nosso corpo atraindo os objetos ao redor. Isso ocorre porque a gravidade é uma força relativamente fraca. Só conseguimos perceber a atração gravitacional exercida por corpos extremamente grandes, como o planeta Terra ou a Lua. A intensidade da força gravitacional é maior quanto maiores forem as massas dos corpos envolvidos. A distância entre os corpos também é determinante: quanto mais distantes estão os corpos, mais fraca é a atração entre eles.

A atração gravitacional é responsável não só por fazer os objetos caírem, mas por manter a Lua em órbita ao redor da Terra e os planetas ao redor do Sol, entre outras coisas.

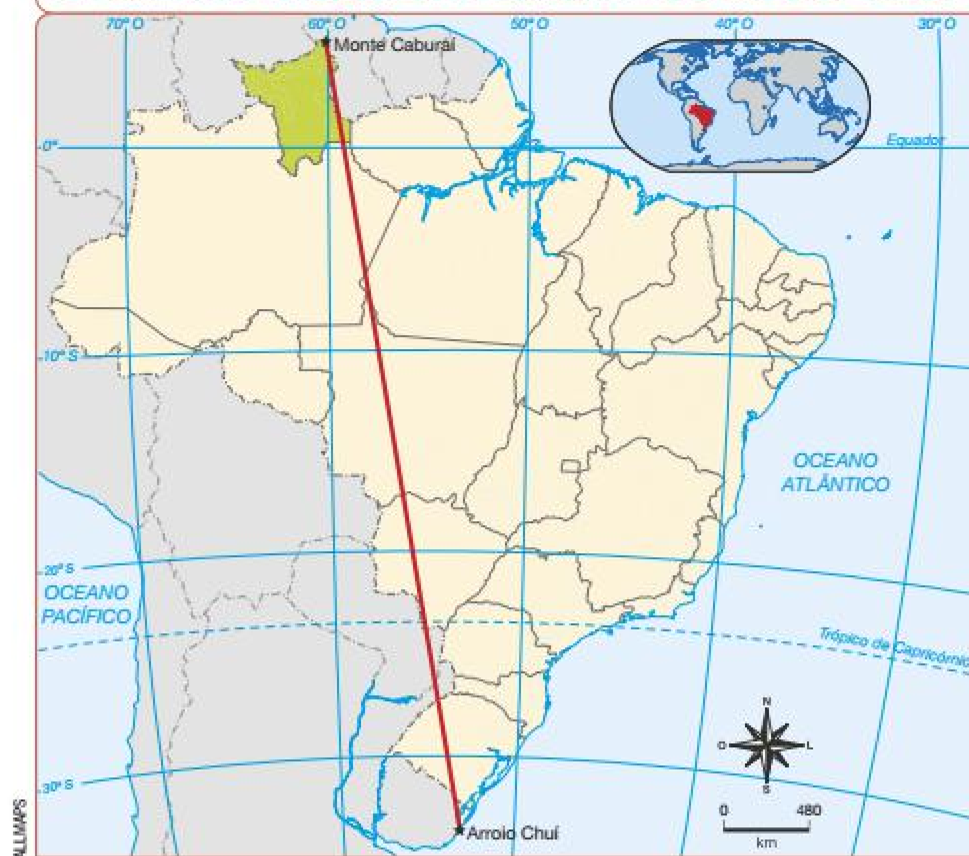
Distâncias astronômicas

Qual é a maior distância que você já viajou? Qualquer que seja a sua resposta, ela é extremamente pequena em comparação às distâncias envolvidas na Astronomia. Vamos compreender melhor isso.

A luz viaja pelo espaço a uma velocidade aproximada de 300 mil quilômetros por segundo. Para se ter uma ideia, a distância entre o Monte Caburaí, no extremo norte do Brasil, e o Arroio Chuí, no extremo sul, é de aproximadamente 4 400 quilômetros. Em um único segundo, a luz poderia percorrer essa distância cerca de 70 vezes!

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Distância entre Monte Caburaí e o Arroio Chuí



Fonte: IBGE. **Atlas geográfico escolar**. 7. ed. Rio de Janeiro, 2016. p. 90.

Mapa do Brasil indicando a localização do Monte Caburaí e do Arroio Chuí. A distância em linha reta entre essas duas localidades é de aproximadamente 4 400 quilômetros.

Com esse exemplo em mente, podemos refletir sobre algumas distâncias astronômicas:

Distância média entre...	Em quilômetros (aprox.)	Tempo que a luz leva para percorrer (aprox.)
Sol e Terra	$149,6 \times 10^6$ km	8 minutos e meio
Terra e Lua	$3,8 \times 10^5$ km	1,3 segundo
Terra e Marte	$78,3 \times 10^6$ km	4 minutos e meio
Sol e Próxima do Centauro (estrela mais próxima)	$4,0 \times 10^{13}$ km	4,22 anos
Uma ponta e outra da Via Láctea	10^{18} km	100 000 anos

Fonte: NASA. **Beyond Our Solar System**. Disponível em: <https://solarsystem.nasa.gov/solar-system/beyond/overview/>. Acesso em: 10 nov. 2018.

Em Astronomia, uma das unidades de medida de distância mais utilizadas é o ano-luz, distância que a luz percorre em um ano, equivalente a $9,46 \times 10^{12}$ km. Também é muito utilizada a **unidade astronômica** (UA), que equivale à distância média entre o Sol e a Terra ($149,6 \times 10^6$ km).

As distâncias com que lidamos no nosso cotidiano são incrivelmente pequenas se comparadas às distâncias astronômicas. Dessa forma, é difícil conseguir imaginar com precisão alguns dos fenômenos que vamos estudar. Para facilitar esse desafio, a maioria das ilustrações nesta Unidade representa os astros fora de proporção de distância, retratando-os muito mais próximos do que são na realidade.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Uma das principais dificuldades no estudo da Astronomia diz respeito a reconhecer o fato de que as distâncias e os tamanhos envolvidos estão muito além da escala com a qual lidamos cotidianamente. Esse problema é agravado pelo fato de que as ilustrações quase nunca representam os astros em proporção de tamanho e de distância; eles são sempre representados muito mais próximos entre si e com tamanhos geralmente parecidos.

Neste momento do estudo, é importante chamar a atenção do aluno para a dimensão das distâncias astronômicas. As relações apresentadas neste tópico podem ser retomadas quando o assunto da página 212 for abordado.

Após analisar conceitualmente e numericamente o ano-luz e a unidade astronômica, propor uma conversa com os estudantes sobre as aplicações dessas unidades. A unidade astronômica é útil para se referir a distâncias na escala do Sistema Solar, pois permite trabalhar com números baixos e simplifica os cálculos. O ano-luz corresponde a uma ordem de grandeza muito maior e pode ser empregado para se referir às distâncias que nos separam de outras estrelas e galáxias, por exemplo.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Formação do Sistema Solar

O conteúdo desenvolvido a partir desta página contempla a composição e a estrutura do Sistema Solar e auxilia o desenvolvimento da **habilidade EF09CI14**.

A formação do Sistema Solar é intrinsecamente ligada à formação do Sol, assunto que será retomado adiante na Unidade. A teoria apresentada aqui é a mais aceita, por explicar satisfatoriamente diversas propriedades importantes do Sistema Solar, como explicado no texto da página ao lado.

Dedicar um tempo para a análise da ilustração que representa o Sistema Solar e retomar com a turma a discussão sobre a representação de fenômenos astronômicos. Nessa figura, os tamanhos dos planetas estão exagerados em relação ao tamanho do Sol, e as distâncias foram extremamente encurtadas para que todos os elementos coubessem. Além disso, os astros estão representados praticamente alinhados, o que não corresponde à realidade.

As órbitas dos planetas não estão exatamente no mesmo plano, o que torna impossível um alinhamento perfeito dos planetas com o Sol. Apesar disso, de tempos em tempos, alguns planetas podem ser vistos no céu de maneira a formarem uma linha. É preciso esclarecer, porém, que esse alinhamento é apenas aparente; ele depende do ponto de vista do observador. Para explorar o assunto com a turma, sugerir os materiais listados a seguir, que servem como ponto de partida para esse tipo de análise.

Formação do Sistema Solar

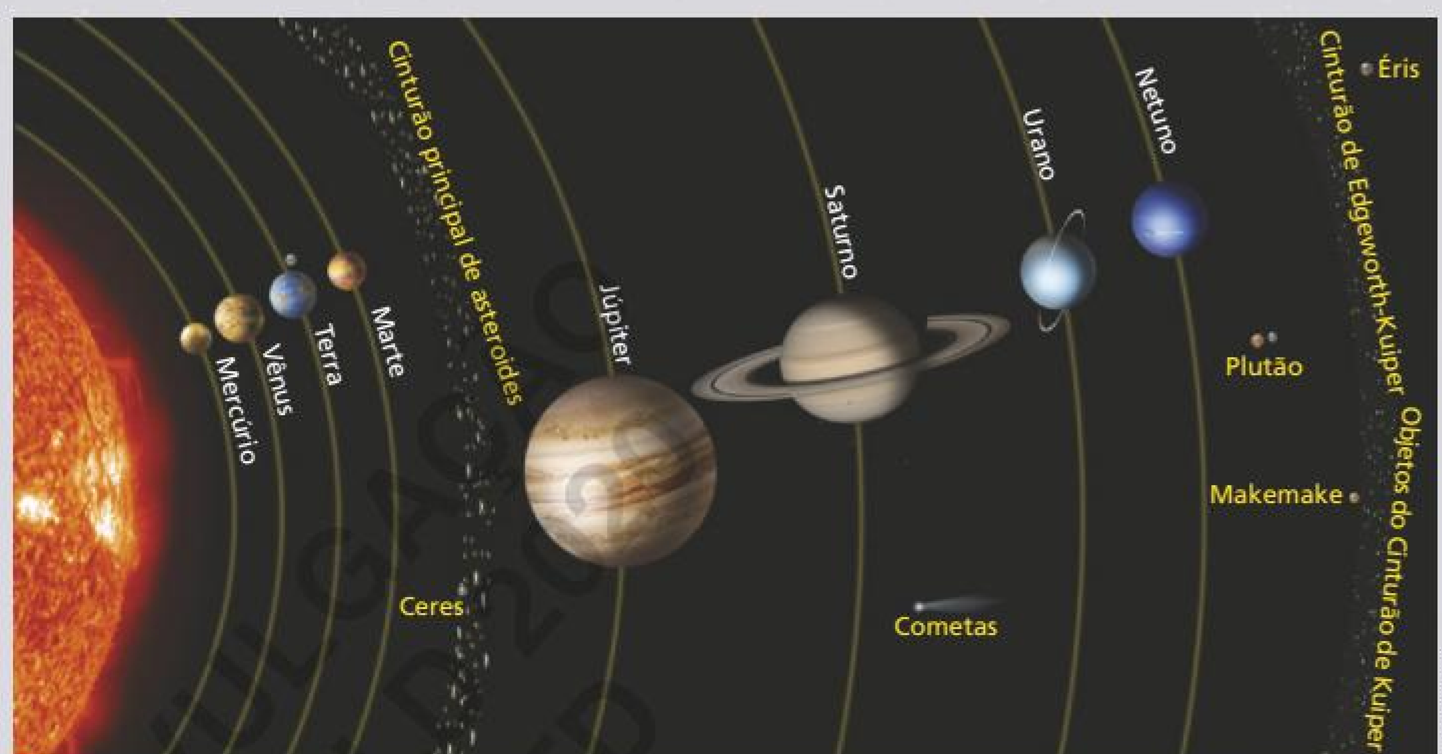
Um **sistema planetário** é formado por uma estrela e por astros que a orbitam. A Terra, planeta em que vivemos, encontra-se em um sistema planetário chamado **Sistema Solar**, orbitando o Sol.



Representação esquemática da formação do Sistema Solar.

Fonte: NASA. **How Did the Solar System Form?** Disponível em: <https://spaceplace.nasa.gov/solar-system-formation/en/>. Acesso em: 15 out. 2018.

AS CORES NÃO SÃO REAIS. IMAGENS FORA DE PROPORÇÃO.



Representação simplificada dos principais componentes do Sistema Solar. As linhas indicam as órbitas dos planetas. Para fins didáticos, os astros estão representados alinhados e muito mais próximos de si do que estão na realidade. A proporção de tamanho entre os planetas e o Sol está aproximada.

PARA SABER MAIS: ALUNO

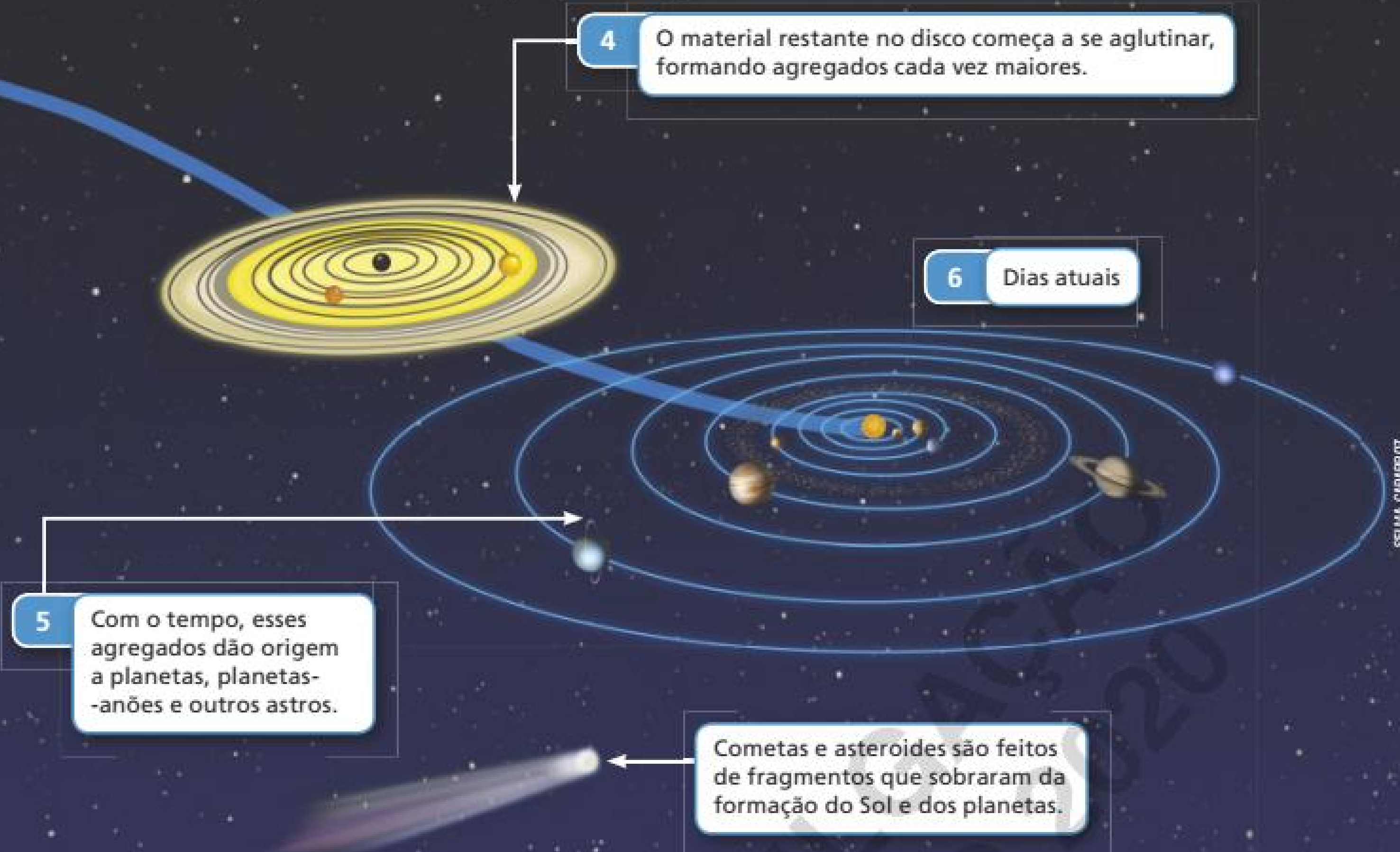
- Texto: **Alinhamento raro dos cinco planetas visíveis a olho nu**. MALACARNE, Marcio. Disponível em: <http://livro.pro/cxpuef>. Acesso em: 12 nov. 2018.
- Matéria: Cinco planetas vão se alinhar no céu até fevereiro: saiba como enxergá-los. ALENCAR, Lucas. **Galileu**, 2016. Disponível em: <http://livro.pro/ahfqkc>. Acesso em: 13 nov. 2018.

Além da estrela central, o Sistema Solar conta com oito planetas e diversos corpos celestes menores, como planetas-anões, satélites naturais, asteroides e cometas. Para compreender como o Sistema Solar se formou, precisamos antes entender como surge uma estrela.

As **nebulosas** são gigantescas nuvens formadas principalmente por hidrogênio e hélio, bastante abundantes no Universo. Devido à atração gravitacional, as partículas que formam essas nuvens tendem a se aproximar e se aglutinar, formando corpos cada vez maiores. Ao longo de milhões de anos, esse processo faz que se forme, no centro da nebulosa, uma protoestrela, região em que a matéria fica muito comprimida. Ao mesmo tempo, o material restante pode formar um **disco protoplanetário**, que dá origem a planetas e asteroides, por exemplo.

A matéria que forma a protoestrela vai sendo comprimida e aumenta muito de temperatura, atingindo milhões de graus Celsius. Em um certo momento, se iniciam **reações termonucleares**, e a estrela assim formada começa a emitir luz.

Reações termonucleares: reações em que núcleos atômicos se fundem. Nas estrelas, a principal reação termonuclear é a fusão de núcleos de hidrogênio, originando hélio.



Diversas pesquisas indicam que o Sistema Solar se formou dessa maneira. Por conta do movimento de rotação do disco inicial, todos os planetas realizam a translação ao redor do Sol no mesmo sentido. Além disso, as órbitas deles ocupam praticamente o mesmo plano.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Uma teoria satisfatória deve explicar as propriedades dinâmicas e físicas do Sistema Solar. As principais são as seguintes: (1) os sentidos de revolução e de rotação dos planetas (exceto Vênus) e da maioria dos satélites coincidem com o sentido de rotação do Sol; (2) as órbitas dos planetas (exceto Mercúrio) são quase circulares e praticamente coplanares à eclíptica; (3) as órbitas da maioria dos satélites também são quase circulares e coplanares ao equador dos seus planetas; (4) as distâncias heliocêntricas dos planetas, assim como as distâncias orbitais dos satélites, seguem uma lei de espaçamento regular; (5) juntos, os planetas apresentam momento angular bem maior que o do Sol; (6) os cometas de períodos longos apresentam órbitas com excentricidades e inclinações diversas, ao contrário dos cometas de períodos curtos e dos demais corpos do Sistema Solar; (7) os planetas gigantes apresentam anéis; (8) adiante de Netuno há uma população de corpos pequenos com características diversificadas; (9) os planetas apresentam composição química diferenciada, relacionada com a distância heliocêntrica.

Longe de serem fortuitas, estas características decorrem do processo de formação. [...]

Os corpos rochosos cresceram gradativamente, acumulando matéria através de colisões. Este processo, conhecido por acreção. [...]

Os planetas gasosos podem ter se formado por processo diferente, denominado instabilidade de disco. Ele se parece mais com o processo de formação das estrelas. Essa instabilidade gravitacional no disco de matéria provoca o surgimento de grandes bolhas de gás, que acumulam matéria com muita rapidez. Este processo pode ser mil vezes mais rápido que o de acreção. A região onde se formaram os planetas gigantes era mais fria e composta predominantemente por gases. [...]

[...]

PICAZZIO, Enos. (Org.). O céu que nos envolve: introdução à astronomia para educadores e iniciantes. São Paulo: **Odysseus**, 2011. p. 144-146.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ATIVIDADES

1. A atração gravitacional foi a principal força responsável por isso.

2. a) 300 000 km.

b) 60 · 300 000 = = 18 000 000 km.

c) 60 · 18 000 000 = = 1 080 000 000 km.

d) 24 · 1 080 000 000 = = 25 920 000 000 km.

e) 365 · 25 920 000 000 = = 9 460 800 000 000 km.

Segundo a União Astronômica Internacional, o ano-luz é definido pelo produto do ano juliano (365,25 dias) pela velocidade da luz no vácuo (299 792 458 m/s). Dessa forma, o valor exato do ano-luz é 9 460 730 472 580,8 km. Nesta atividade, porém, espera-se que os alunos cheguem a um valor aproximado.

3. Espera-se que os alunos concordem. A luz das estrelas leva muito tempo para atingir a Terra (milhares de anos, em alguns casos). Dessa forma, a imagem que chega a nós está sempre "defasada".

4. a) Resposta pessoal. Estimular um ambiente respeitoso de conversa para que os alunos se sintam à vontade para expor os mitos que conhecem, provenientes de suas religiões ou de outras fontes.

b) Muitos mitos são baseados em elementos da natureza importantes para as diferentes culturas, como o Sol ou a água.

c) Resposta variável. Os estudantes podem afirmar que as explicações mitológicas são criadas pelas pessoas e são aceitas como "prontas" ou imutáveis; muitas vezes, procuram enaltecer valores morais ou o povo que as criou. As explicações científicas são construídas com base em observações do mundo natural e são sujeitas a testes, podendo ser modificadas ou abandonadas ao longo do tempo, em decorrência de novas descobertas.

ATIVIDADES

NÃO ESCREVA NO LIVRO.

1. Após o *Big Bang*, o que fez a matéria se aglutinar e formar galáxias e estrelas?

2. Quantos quilômetros a luz pode percorrer no espaço em:

a) 1 segundo?

b) 1 minuto?

c) 1 hora?

d) 1 dia?

e) 1 ano?

3. Em duplas, discutam a seguinte afirmação:

- Quando olhamos para as estrelas, estamos enxergando um passado remoto.

Vocês concordam com essa afirmação? Expliquem sua resposta.

4. Em duplas, leiam o texto a seguir e respondam às questões.

[...]

No começo, era o nada. Então alguém resolveu contar a origem de tudo. E assim nasceu a tentativa do homem de explicar a origem do Universo. As civilizações mais antigas já tinham essa questão existencial. E as religiões, preocupadas em dar respostas a seus fiéis, não poderiam deixar de formular suas respostas. [...]

Na falta de referências, os homens costumam usar como matéria-prima dos mitos o mundo real para responder essas perguntas transcendentais. Por isso, a cosmologia de cada grupo social é um reflexo da cultura e do momento histórico de quem a inventa. "Os mitos colocam o que é mais importante na cultura local com uma importância proporcional nos mitos de criação", diz [o teólogo Rafael] Rodrigues. Logo o sol e a água, essenciais para a produção agrícola e a sobrevivência, sempre ocuparam lugar de destaque na mitologia das civilizações antigas. Muitas histórias sobre a origem do mundo começam contando como esses recursos foram criados ou controlados pelo homem.

[...]

ARAÚJO, T. A criação do mundo. **Superinteressante**. Disponível em: <https://super.abril.com.br/historia/a-criacao-do-mundo/>. Acesso em: 25 out. 2018.

a) Você conhece algum mito sobre a criação do Universo, da Terra ou da humanidade? Se sim, conte para seu colega.

b) Segundo o texto, de onde vem a inspiração dos mitos sobre a criação do mundo?

c) O que diferencia as explicações mitológicas das explicações científicas sobre a origem do mundo?

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

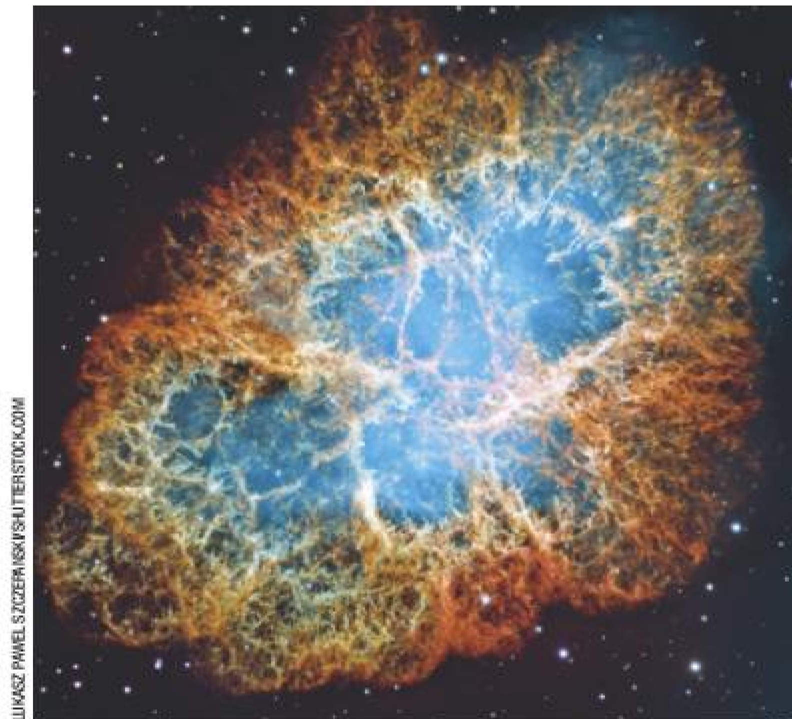
5. **Identifique quais frases estão incorretas e corrija-as no caderno.**

a) A Terra está no centro do Sistema Solar.

b) O Sol e os planetas do Sistema Solar giram ao redor da Terra.

c) A matéria que forma o Sol e os planetas fazia parte de uma nebulosa.

6. **A Nebulosa do Caranguejo é uma nuvem de gases que se originou pela explosão de uma estrela. Esse evento produziu um clarão no céu, observado e registrado por diversos povos no ano de 1054.**



LUKASZ PAWEL SZCZEPANSKI/SHUTTERSTOCK.COM

Nebulosa do Caranguejo.

Sabendo que essa nebulosa está a 6300 anos-luz da Terra, há quantos anos ocorreu essa explosão?

7. **Em duplas, analisem a tirinha e façam o que se pede.**



a) Na opinião de vocês, que reflexão a personagem faz?

b) O céu noturno no lugar onde vocês vivem tem muitas estrelas? Vocês acreditam que a aparência dele foi sempre assim?

c) Em livros ou na internet, pesquisem o que é poluição luminosa e como ela afeta a observação do céu noturno. No lugar onde vocês moram, a poluição luminosa é um problema?

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

5. a) O Sol está no centro do Sistema Solar.

b) A Terra e os outros planetas do Sistema Solar giram ao redor do Sol.

c) A frase está correta.

6. Deve-se calcular quantos anos se passaram desde 1054 e, a esse valor, somar 6300. Em 2020, por exemplo, terão se passado 7266 anos da explosão.

7. a) Resposta pessoal. Os alunos podem identificar que a personagem contrapõe o "padrão 5 estrelas", associado ao luxo, com a simplicidade ou a admiração pela natureza, por exemplo.

b) Resposta pessoal. Espera-se que os alunos reflitam sobre a quantidade de estrelas que podem ver no céu noturno e sobre fatores que podem afetar isso.

c) Poluição luminosa é o excesso de iluminação artificial nos ambientes. Esse problema é mais comum em regiões urbanizadas, onde a quantidade de fontes luminosas é muito maior. A luz emitida pelos postes de iluminação se dispersa nos gases e poluentes atmosféricos e reduz significativamente a visibilidade do céu noturno, diminuindo a quantidade de corpos celestes que podemos observar.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

COMPOSIÇÃO DO SISTEMA SOLAR

Com base nesta página, a Unidade se volta para o estudo dos componentes do Sistema Solar. As duas imagens apresentadas aqui servem para relembrar os estudantes de que as escalas de distância e tamanho dos astros que serão estudados são enormes. Ao analisar as diversas fotografias dos astros apresentadas ao longo destas páginas, pode-se ter a noção de que possuem tamanhos semelhantes, o que raramente é o caso. A ilustração ao pé da página mostra o Sol e os planetas do Sistema Solar em escala de tamanho e permite ao aluno concluir que a diferença de tamanho entre o Sol e os planetas é muito maior do que as ilustrações tradicionalmente revelam. Próximo a ele, a Terra parece apenas um ponto.

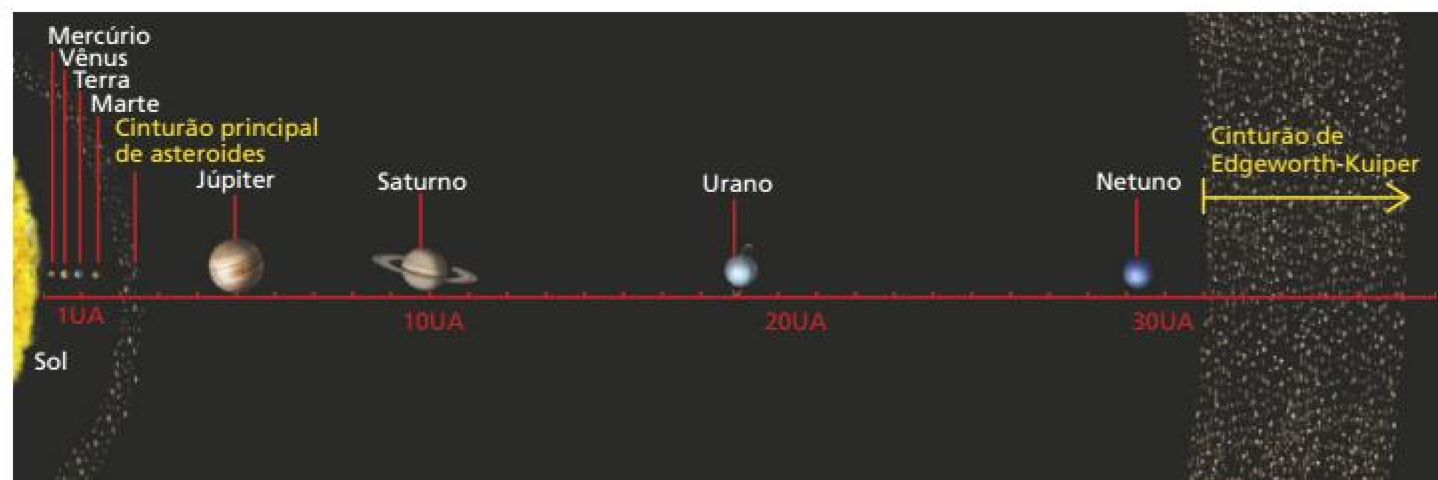
Na ilustração que representa as distâncias proporcionais entre os astros do Sistema Solar, é importante verificar se os alunos compreendem que, embora as distâncias estejam proporcionais, o tamanho dos astros foi muito ampliado, para permitir a visualização deles. Representar o Sistema Solar usando uma mesma escala para as distâncias e os tamanhos é um desafio; para abordar esse assunto de maneira lúdica, acessar com a turma o *site* **Se a Lua tivesse um pixel**, listado na seção **Mais**.

Composição do Sistema Solar

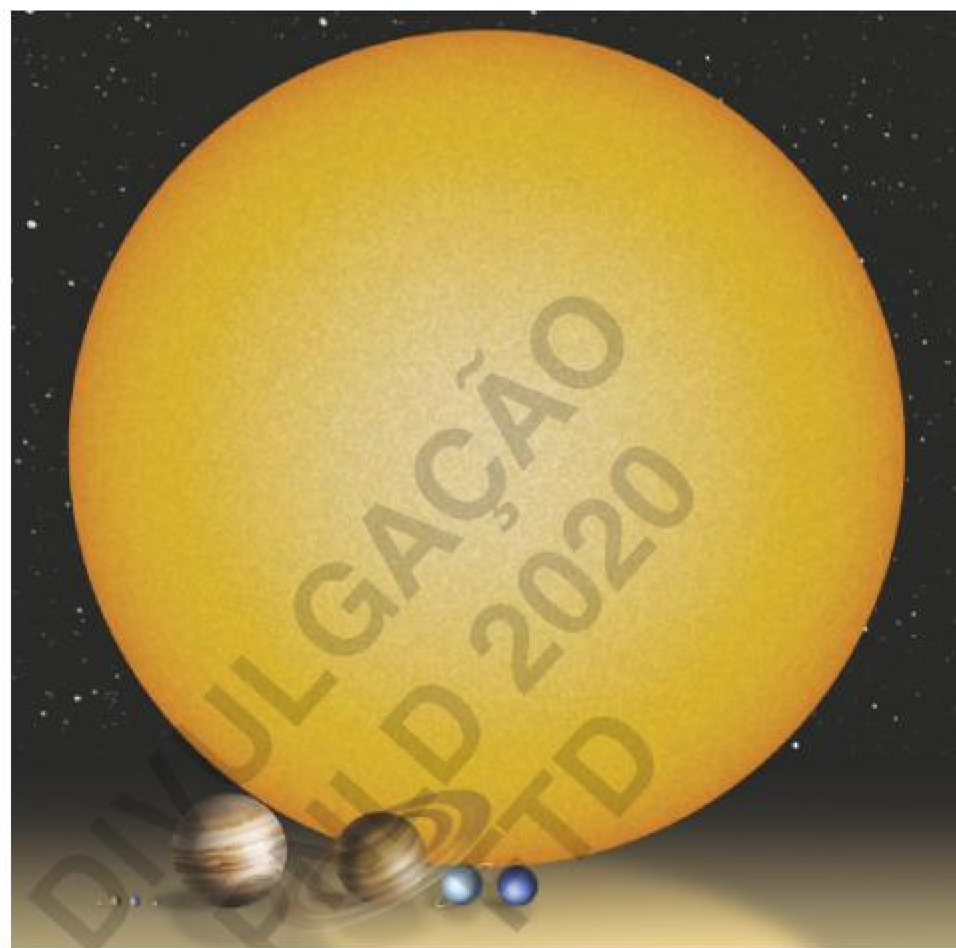
Além do Sol, nosso sistema planetário é formado por planetas, planetas-anões, satélites naturais, asteroides, cometas e outros corpos celestes. A nossa estrela representa 99,85% de toda a matéria do Sistema Solar. Do restante, a maior parte corresponde aos planetas, e a massa de Júpiter equivale a aproximadamente o dobro da massa dos outros planetas combinados.

A região limítrofe do Sistema Solar é a Nuvem de Oort, cujo raio tem pouco mais de um ano-luz – quase um terço da distância do Sol à estrela mais próxima (Próxima do Centauro). Para se ter uma ideia, a sonda estadunidense *Voyager 1*, lançada ao espaço em 5 de setembro de 1977, é o objeto terrestre mais distante da Terra. Ela viaja a aproximadamente 62 000 km/h e, nessa velocidade, levaria dezenas de milhares de anos para chegar ao limite do Sistema Solar.

A seguir, vamos conhecer um pouco mais sobre os corpos celestes que compõem o Sistema Solar.



Representação proporcional das distâncias entre o Sol e os planetas do Sistema Solar. Os astros estão representados fora de proporção de tamanho.


DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

AS CORES NÃO SÃO REAIS.

IMAGENS FORA DE PROPORÇÃO.

Representação da proporção de tamanho entre o Sol e os planetas do Sistema Solar.

Fonte: Tamanho de Estrelas e Planetas. LIMA NETO, Gastão B. **IAG-USP**. Disponível em: <http://www.astro.iag.usp.br/~gastao/PlanetasEstrelas/>. Acesso em: 20 nov. 2018.

O Sol

Na classificação das estrelas, a luminosidade e a temperatura da superfície são os parâmetros mais importantes. Esses fatores estão relacionados ao tamanho da estrela e, juntos, são usados para determinar diversas categorias de estrelas. Ao longo da vida, uma estrela passa por diferentes categorias, como veremos.

Segundo esses parâmetros, o Sol é uma estrela mediana, e se encontra em uma etapa evolutiva conhecida como **sequência principal**. Essa é a fase mais estável da vida de uma estrela, e, durante ela, a estrela produz energia por reações termonucleares em seu núcleo.

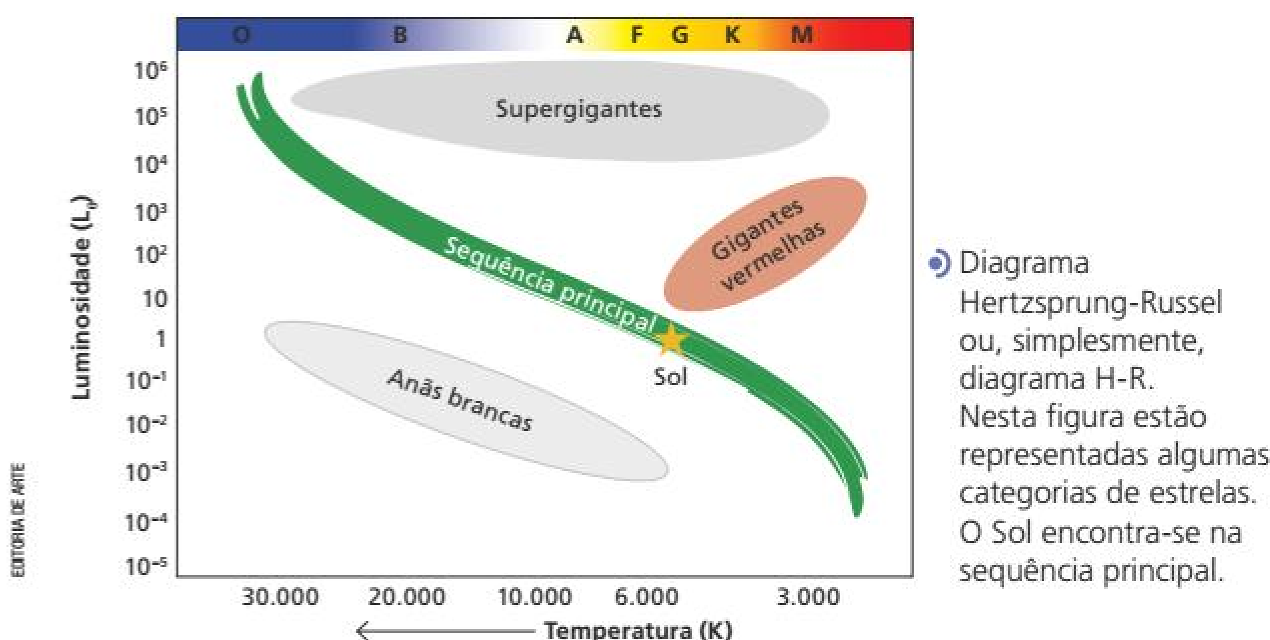
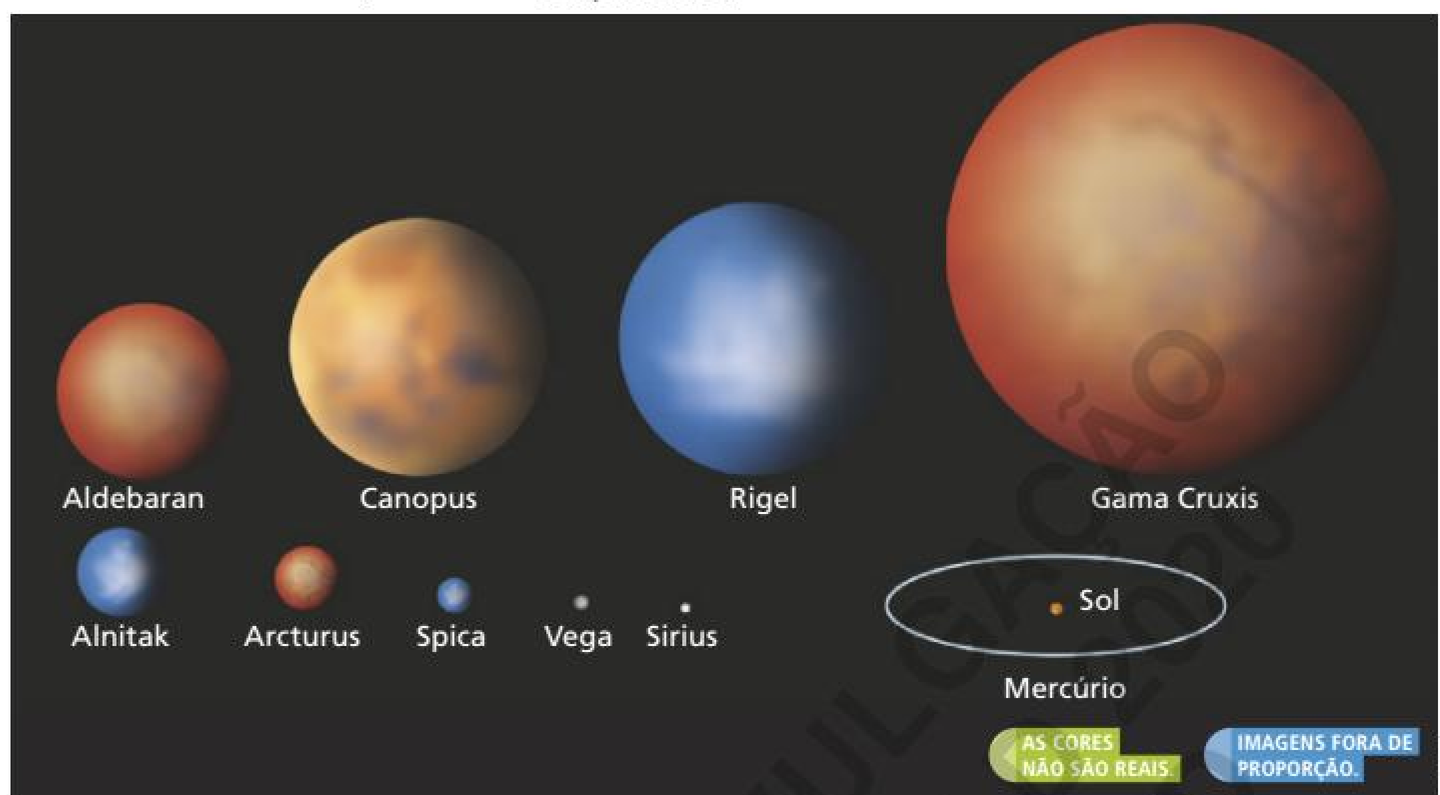


Diagrama Hertzsprung-Russel ou, simplesmente, diagrama H-R. Nesta figura estão representadas algumas categorias de estrelas. O Sol encontra-se na sequência principal.



Comparação de tamanho e cor do Sol com outras estrelas.

Fonte: Tamanho de Estrelas e Planetas. LIMA NETO, Gastão B. **IAG-USP**. Disponível em: <http://www.astro.iag.usp.br/~gastao/PlanetasEstrelas/>. Acesso em: 20 nov. 2018.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

O gráfico apresentado nesta página é uma versão simplificada do diagrama Hertzsprung-Russel. Analisá-lo com a turma e avaliar se eles reconhecem que os diferentes tipos de estrela conhecidos ocupam regiões específicas desse gráfico, o que tem relação com a temperatura e a luminosidade delas. Pedir aos estudantes que encontrem a posição referente ao Sol nesse diagrama e o comparem com outras estrelas com base nisso. O Sol ocupa uma posição central no diagrama, o que revela que ele tem tamanho e intensidade de brilho considerados medianos. O ciclo de vida das estrelas e suas consequências podem ser estudadas a fundo nas **atividades 3** e **6**, na seção **Mergulho no tema**.

A ilustração que compara o tamanho do Sol com o de outras estrelas ilustra a diversidade de estrelas que existem no Universo, tanto na cor quanto no tamanho. Comentar com os estudantes que o tamanho de uma estrela depende essencialmente da quantidade de massa disponível no momento de sua formação. Nebulosas maiores e mais densas podem originar estrelas maiores.

O Sol é considerado uma estrela de terceira geração, o que significa dizer que outras duas estrelas existiram nesta região do espaço antes dele. A repetição do ciclo estelar aumenta a quantidade de elementos pesados no Universo, os mesmos que formam nossos corpos e tudo ao nosso redor. Para se aprofundar nesse assunto, os materiais listados a seguir podem ser consultados.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Matéria: Filhos dos astros, netos do Big Bang. STEINER, João. **Superinteressante**, 2016. Disponível em: <http://livro.pro/inzn9c>. Acesso em: 13 nov. 2018.
- Matéria: Há cada vez menos estrelas no Universo. GERSCHENFELD, Ana. **P3**, 2012. Disponível em: <http://livro.pro/55bk8m>. Acesso em: 13 nov. 2018.
- Texto: **De que geração é o nosso Sol?** OLIVEIRA, Carlos. Disponível em: <http://livro.pro/j7cmvn>. Acesso em: 13 nov. 2018.
- Texto: **Etapas evolutivas das estrelas**. SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. Disponível em: <http://livro.pro/jzm4vh>. Acesso em: 13 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

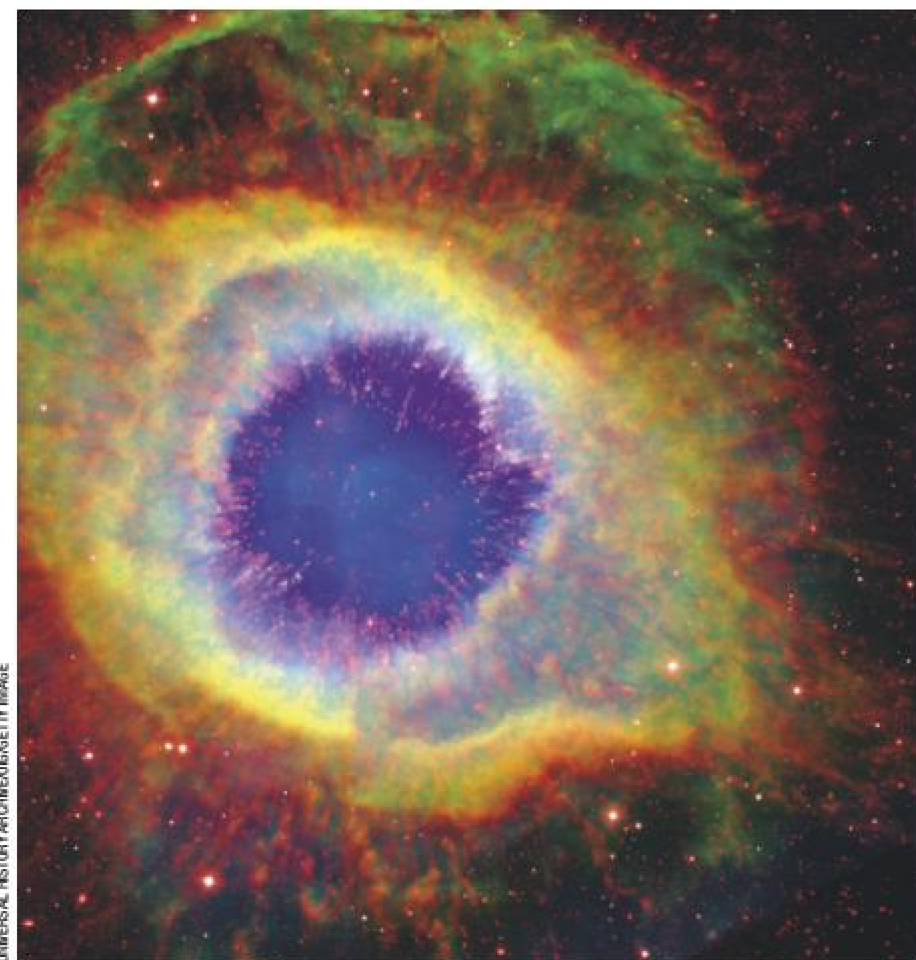
Analisar o ciclo evolutivo do Sol e os efeitos desse processo para os planetas ao redor da estrela colabora para o desenvolvimento da **habilidade EF09CI17**.

O Sol possui uma estrutura complexa, como o texto a seguir apresenta resumidamente. Embora o conhecimento sobre as diferentes camadas que formam o Sol não seja essencial neste nível de ensino, comentar que o interior e o exterior do Sol são dinâmicos e se dividem em camadas bem diferentes ajuda a desconstruir a noção de que o Sol seja homogêneo, com uma grande bola de fogo, ou concepções similares.

O interior solar é a região que vai do centro até a superfície do Sol e, para fins de estudo, é dividido em camadas. A região mais interna, ou núcleo, contendo aproximadamente 10% da massa solar, se estende até aproximadamente um quarto do raio solar. O núcleo é o local onde acontecem as reações termonucleares, fonte de energia do Sol. Esta energia é transportada para fora por radiação através de uma camada que é, portanto, denominada de radiativa, [estendendo-se] até 70% do raio solar. A partir deste ponto a absorção de radiação se torna significativa, impedindo o transporte da energia radiativa e fazendo com que mecanismos de convecção predominem. Esta é a chamada *camada convectiva*. Na interface entre as camadas radiativas e convectivas existe a "tacoclina" (significando "variação de velocidade", da palavra grega "thacos" para velocidade), uma camada muito fina, mas que é importante por ser o local onde os campos magnéticos do Sol são gerados.

SILVA, Adriana V. R. **Nossa estrela**: o Sol. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006. p. 30-31.

O tempo que uma estrela permanece na sequência principal depende da sua massa e luminosidade. Quanto maior for a massa, mais matéria e energia estão disponíveis para as reações termonucleares; quanto mais intenso for o brilho, mais rapidamente essa energia é consumida. Para o Sol, por exemplo, o tempo total de permanência na sequência principal é estimado em cerca de 11 bilhões de anos – 4,6 bilhões dos quais já se passaram.

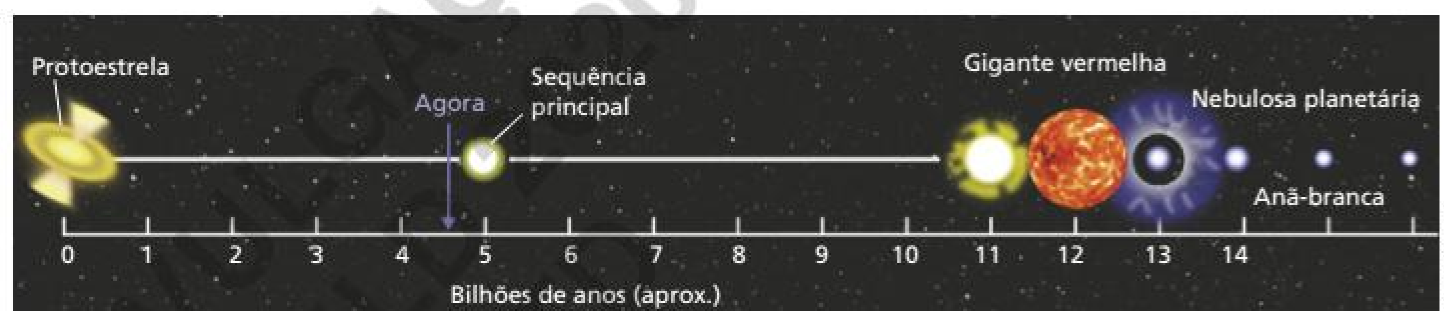


Nebulosa planetária da Constelação de Aquário, em imagem registrada pelo telescópio Hubble. Esse tipo de corpo celeste é formado na fase final de vida de estrelas como o Sol.

Após consumir todo o hidrogênio no núcleo, as estrelas saem da sequência principal e entram na etapa final de sua existência. Em termos gerais, o destino de uma estrela depende de sua massa. No caso de estrelas parecidas com o Sol, após o hidrogênio ser consumido, a geração de energia passa a acontecer de maneira diferente, em uma camada mais externa ao núcleo. Outras mudanças ocorrem: a estrela se expande, torna-se mais luminosa e com uma temperatura superficial menor, tornando-se uma **gigante vermelha**. Quando o Sol atingir essa fase, daqui a cerca de 5 bilhões de anos, provavelmente envolverá Mercúrio, Vênus e a Terra, chegando próximo à órbita de Marte.

A contração gravitacional faz o núcleo estelar se colapsar até o limite. Com isso, a estrela fica instável; seu núcleo torna-se pequeno, extremamente quente e denso. O gás das camadas mais externas é lentamente ejetado, formando uma **nebulosa planetária**, mais fria e difusa que o núcleo.

Com o passar do tempo, a nebulosa planetária se dispersa. O remanescente estelar continua ainda emitindo luz por algum tempo, formando uma **anã-branca**. Ao final desse processo, quando a estrela esfria e deixa de emitir luz, torna-se uma **anã-negra** – estágio final de estrelas como o Sol.



Representação simplificada do ciclo evolutivo do Sol.

AS CORES NÃO SÃO REAIS.

IMAGENS FORA DE PROPORÇÃO.

Fonte: Astrobiology at NASA. Disponível em: <https://astrobiology.nasa.gov/news/asteroid-remains-around-dead-stars-reveal-the-likely-fate-of-our-solar-system/>. Acesso em: 20 nov. 2018.

Planetas

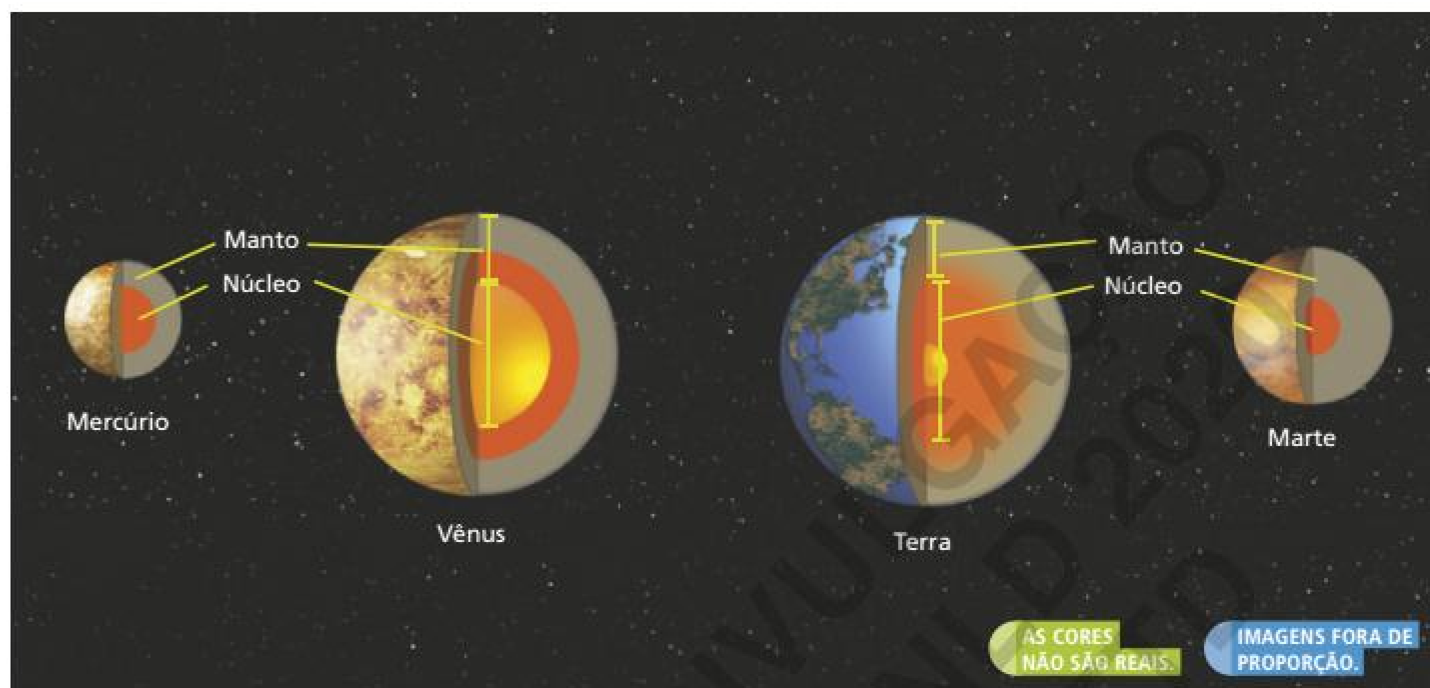
São conhecidos oito planetas no Sistema Solar; do mais próximo do Sol ao mais distante, são eles: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Eles percorrem órbitas levemente elípticas ao redor do Sol e, de acordo com sua composição, são classificados em rochosos ou gasosos.

Planetas e estrelas têm forma aproximadamente esférica devido à ação da gravidade. É um processo parecido com o que ocorre quando friccionamos massa de modelar entre as mãos: a massa forma uma bola porque as mãos aplicam sobre ela praticamente a mesma força, em todas as direções. A força da gravidade, da mesma forma, age sobre todos os pontos da superfície de um corpo esférico com a mesma intensidade, pois todos eles apresentam a mesma distância do núcleo.

No início da formação, os planetas são quentes e a matéria que os forma é fluida. Com isso, a atração gravitacional faz o papel da força exercida pelas mãos e modela os planetas, deixando-os esféricos. O mesmo ocorre na formação das estrelas. Em astros menores, como asteroides e alguns satélites, a intensidade da atração gravitacional não é suficiente para "modelá-los".

Planetas rochosos

Os **planetas rochosos**, também chamados planetas terrestres ou telúricos, são compostos basicamente por material rochoso e metálico. Eles se localizam mais próximo ao Sol que os planetas gasosos e são bem menores que eles. Apesar de serem relativamente semelhantes em termos de tamanho e distância em relação ao Sol, as condições ambientais variam muito nesses planetas. A estrutura interna deles, no entanto, é similar, dividida em núcleo, manto e crosta.



Representação simplificada da estrutura interna dos planetas rochosos.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Planetas rochosos

As camadas internas da Terra são estudadas no livro de 6º ano e retomadas no 7º ano. Avaliar o que os estudantes recordam sobre núcleo, manto e crosta terrestre e esclarecer que os demais planetas rochosos do Sistema Solar possuem estruturas similares, como representado simplificadamente na ilustração.

Retomar o que foi visto sobre a formação do Sistema Solar, nas páginas 208 e 209, e as distâncias entre os planetas e o Sol, representadas na página 212. Comentar que o fato de os planetas rochosos estarem situados nessa região, bem mais próximos ao Sol do que os planetas gasosos, foi determinante para estabelecer tanto a composição e a estrutura desses planetas quanto outras propriedades deles, como a velocidade de órbita.

A composição interna dos planetas tem influência sobre diversas das suas características. Se julgar pertinente, comentar o exemplo do campo magnético terrestre. Essa propriedade do nosso planeta tem origem na composição e na dinâmica do núcleo e do manto terrestres. Em Marte, embora a estrutura interna seja similar à da Terra, o núcleo e o manto não originam um campo magnético. Esse fato tem impactos em outras propriedades do planeta; por exemplo: o campo magnético atua como uma barreira contra os ventos solares e, sem essa proteção, a atmosfera da Terra poderia ser lançada no espaço por ação da atividade solar. A ausência do campo magnético em Marte, portanto, é um obstáculo para a eventual criação de uma atmosfera artificial naquele planeta, quando consideramos as possibilidades de colonizar outros planetas.

215

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

No decorrer das próximas páginas, são apresentadas informações muito resumidas sobre os planetas que compõem o Sistema Solar. A pequena ficha que acompanha cada planeta traz informações numéricas sobre o período de rotação, o período de translação, o diâmetro, a distância até o Sol, a temperatura média e satélites naturais. Essas informações permitem comparar os planetas e constatar as grandes diferenças que existem entre eles, bem como as semelhanças.

Uma curiosidade do Sistema Solar é o fato de o planeta Vênus apresentar rotação em sentido oposto ao dos demais planetas. Atualmente, duas hipóteses diferentes são defendidas para explicar esse fenômeno. A primeira afirma que, em algum momento, Vênus pode ter sofrido um violento impacto com outro astro, de tal modo que tenha realizado uma "cambalhota" de 180 graus que inverteu seu eixo de rotação e, consequentemente, o sentido do movimento em relação aos demais planetas. Outra hipótese afirma que o planeta inverteu seu sentido de rotação aos poucos, em função de determinados alinhamentos do eixo de rotação. Ambas as hipóteses, porém, assumem que o atual sentido de rotação não é o original.

Mercúrio



NASA/GETTY IMAGES

Período de rotação: 1 407 horas (cerca de 59 dias)
Período de translação: 88 dias
Diâmetro: 4 879 km
Distância até o Sol: entre 46×10^6 km e 70×10^6 km
Temperatura média: 167 °C
Satélites naturais: 0

Fotografia de Mercúrio obtida pela Messenger, uma sonda espacial não tripulada, em 2008.

Mercúrio é o planeta mais próximo do Sol e o menor de todos, com aproximadamente 6% do volume da Terra. Sua atmosfera é muito rarefeita, e as temperaturas variam entre 400 °C durante o dia e –200 °C durante a noite – a maior amplitude de variação no Sistema Solar.

Vênus



NASA / SCIENCE PHOTO LIBRARY / FOTOARENA

Período de rotação: –5 832 horas (cerca de 243 dias)
Período de translação: 224 dias
Diâmetro: 12 104 km
Distância até o Sol: entre 107×10^6 km e 108×10^6 km
Temperatura média: 464 °C
Satélites naturais: 0

Fotografia de Vênus obtida pela Magellan, uma sonda espacial não tripulada, em 1990.

Vênus tem dimensões semelhantes às da Terra, mas sua superfície é extremamente hostil, com pressão atmosférica de 90 atm, temperaturas acima de 480 ºC e atmosfera rica em ácido sulfúrico. Algumas sondas russas já pousaram no solo venusiano, mas funcionaram por pouco tempo. O gás carbônico, muito eficiente na retenção de calor, compõe aproximadamente 96% da atmosfera de Vênus. A rotação desse planeta é em sentido oposto ao da Terra, por isso o sinal negativo em frente ao período de rotação.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

NASA, JPL MAGELLAN PROJECT

Imagem da superfície de Vênus produzida a partir de informações de radar.

Terra



Período de rotação: 23,9 horas
Período de translação: 365,2 dias
Diâmetro: 12 756 km
Distância até o Sol: entre 147 × 10^6 km e 152 × 10^6 km
Temperatura média: 15 °C
Satélites naturais: 1

ELEKTRO-L

Fotografia da Terra registrada em 2012 pela sonda russa Elektro-L Nº 1 a 35 000 km acima da superfície.

A temperatura média na superfície da Terra é amena, com abundância de água nos oceanos. A atmosfera, atualmente composta principalmente de gás nitrogênio e gás oxigênio, é determinante para a manutenção desse clima.

A Terra é o único planeta que abriga vida, até onde sabemos. O registro fóssil mais antigo de um ser vivo data de aproximadamente 3,5 bilhões de anos – estudos recentes, porém, sugerem que a vida pode ser mais antiga, com até 4,18 bilhões de anos.

A presença de vida deixou suas marcas no planeta. A abundância de gás oxigênio na atmosfera é um exemplo disso – resultado da ação de microrganismos fotossintetizantes ao longo de milhões de anos. Nas últimas décadas, atividades humanas também têm alterado a composição atmosférica, especialmente pela emissão de gases de efeito estufa. A extensão do desequilíbrio climático resultante dessas ações ainda não é totalmente compreendida, mas já sabemos que pode afetar todas as formas de vida atuais.



HAPPY AUER/SHUTTERSTOCK.COM

As evidências diretas de vida mais antigas que se conhece são estromatólitos, estruturas rochosas formadas pela atividade de microrganismos que viveram há bilhões de anos.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

A maior parte das imagens disponíveis do planeta Terra visto do espaço é composta de montagens feitas por diversas fotografias de satélite. A imagem do planeta Terra escolhida para essa página, porém, foi obtida a partir de uma única captura. O satélite Elektro-L, que gerou a imagem, pertence a uma família recente de satélites meteorológicos russos que, normalmente, orbitam o planeta a 830 km de altitude. Para enquadrar a Terra por inteiro, porém, é necessário se distanciar mais: a imagem mostrada na fotografia foi capturada a cerca de 35 000 km da superfície. Esse satélite permaneceu em órbita geoestacionária por algum tempo e registrou a alternância de dia claro e noite, como pode ser visto no vídeo indicado a seguir.

Pedir aos estudantes que procurem identificar qual porção da superfície do planeta é mostrada na imagem, consultando globos terrestres ou mapas-múndi. Espera-se que eles identifiquem que o polo sul está voltado para cima, ao contrário das representações tradicionais. É possível observar o Oceano Índico no centro, a Austrália à esquerda, a Índia e parte da Ásia na parte inferior do globo e porções da África à direita. A partir dessa constatação, pedir aos estudantes que estimem a posição do satélite no momento em que registrou a fotografia. Esse exercício de imaginação permite avaliar as noções espaciais tridimensionais dos estudantes ao mesmo tempo que estimula seu desenvolvimento. O raciocínio espacial é fundamental para compreender as interações entre os astros.

PARA SABER MAIS: ALUNO

- Vídeo: **Earth from Space**. Produzido por: James Tyrwhitt-Drake. 2012. Disponível em: <http://livro.pro/4mvkrs>. Acesso em: 13 nov. 2018.
- Matéria: Descobrimos fósseis da forma de vida mais antiga na Terra. LEONARDI, Ana Carolina. **Superinteressante**, 2017. Disponível em: <http://livro.pro/us4c4t>. Acesso em: 13 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

As recentes missões de exploração do solo marciano tiveram bastante repercussão midiática e despertaram a curiosidade de muitas pessoas. Estudos recentes indicam que o planeta possui água líquida aprisionada sob a superfície, o que pode ter grandes impactos sobre a busca por evidências de vida naquele planeta.

Explorar o que os alunos sabem sobre Marte, o que já ouviram falar, tanto em jornais e livros quanto na ficção. A influência de Marte na ficção científica é tão grande que a palavra marciano é empregada muitas vezes como sinônimo de alienígena. É possível que alunos conheçam referências de filmes, músicas, super-heróis, programas televisivos, entre outros.

Usar as referências apresentadas pelos estudantes como base para conversar sobre as características do planeta. A temperatura extremamente baixa, a atmosfera praticamente inexistente e a ausência de água superficial na forma líquida são características que dificultam muito a presença humana nesse planeta. Apesar disso, existem projetos internacionais que visam estabelecer uma pequena colônia humana no planeta. Esse assunto é retomado adiante na Unidade, quando será abordada a possibilidade de vida fora da Terra.

Marte

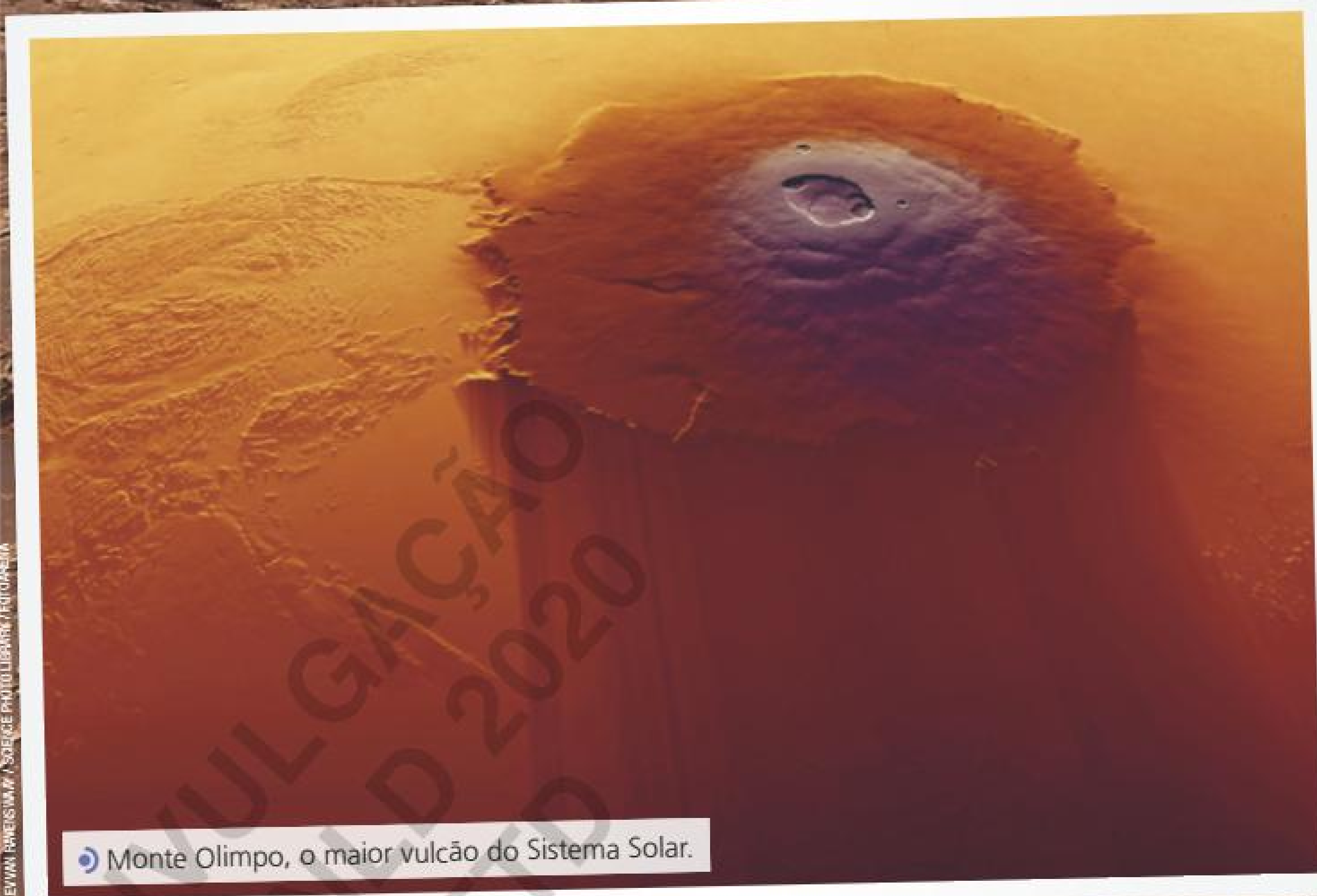


DENNIS HALLINAN / ALAMY / FOTOARENA

Período de rotação: 24,6 horas
Período de translação: 687 dias
Diâmetro: 6 792 km
Distância até o Sol: entre 206×10^6 km e 249×10^6 km
Temperatura média: –65 °C
Satélites naturais: 2

Fotografia de Marte obtida pelo telescópio Hubble.

O diâmetro de Marte é aproximadamente metade do da Terra, e a gravidade em sua superfície é 2,5 vezes menor que a terrestre. Enormes marcas de erosão fluvial na superfície de Marte revelam que o planeta já teve água líquida num passado remoto, embora seja atualmente árido. A água restante está congelada nos polos ou armazenada no subsolo, na forma líquida. O hemisfério norte do planeta sofreu intensa atividade vulcânica no passado e abriga o maior vulcão do Sistema Solar, o hoje extinto Monte Olimpo, com 600 km de base e 27 km de altura.

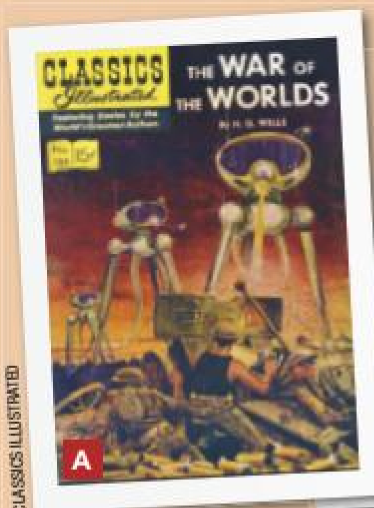


DETLEV VAN RAVENSWAAY / SCIENCE PHOTO LIBRARY / FOTOARENA

Monte Olimpo, o maior vulcão do Sistema Solar.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Marte é o planeta que melhor conhecemos no Sistema Solar, depois da Terra. Diversas missões exploratórias já foram enviadas ao planeta, incluindo os robôs *Curiosity* e *Opportunity*, da Agência Espacial Norte Americana (Nasa), e o satélite *ExoMars*, da Agência Espacial Europeia (ESA). Embora não tenham sido encontradas evidências de vida em Marte, estudos recentes não descartam que isso possa ter ocorrido no passado. O planeta Marte é um tema recorrente na cultura *pop*, especialmente pela figura de seres marcianos ficcionais, e já foi tema de livros, filmes, canções e muitas outras obras.



CLASSICS ILLUSTRATED



WAR OF THE WORLDS, STEVEN SPIELBERG. TM & © DREAMWORKS. 2005



THE MAN WHO SOLD THE WORLD. DAVID BOWIE. RCA



CHAPOLIN – AVENTURAS EM MARTE - SAGA PERDIDA. ROBERTO GÓMEZ BOLAÑOS. TELEVISA, 1981

Autorretrato (ou *selfie*) do robô *Curiosity* em Marte, em 2018.

NASA/JPL-CALTECH/MSSS / HANDOUT/ANADOLU AGENCY/GETTY IMAGES

Exemplos da influência de Marte na cultura *pop*. (**A**) Capa do livro **Guerra dos mundos**, que inspirou filmes homônimos (**B**). (**C**) Álbum **Life on Mars** ("Vida em Marte"), de David Bowie, considerado um dos mais importantes do artista. (**D**) Episódio da série de humor **Chapolin**, em que o herói explora Marte.

219

[...] Enquanto Marte é um planeta "morto" no sentido de não ter nenhuma atividade geológica notável e nenhuma forma de vida conhecida hoje, ele ainda tem clima (incluindo a tempestade de poeira de proporções globais que tem engolido o veículo "Mars Opportunity" da Nasa). [...]

Para os que querem explorar Marte, essas planícies áridas são um destino tentador – mas o por que de alguém querer ir a Marte vai depender de quem você perguntar. [...]

No entanto, há quem veja esse panorama marciano como uma tela em branco, uma prancheta sobre a qual escrever uma nova história para Marte e para a humanidade. "Terraformação", ou a ideia de transformar radicalmente o ambiente de outro mundo para ser mais suscetível à vida, já existe há muito tempo na ficção científica e na literatura sobre ciência. [...] Embora as ideias para os métodos de "terraformação" variem bastante, o raciocínio básico é que a adição de gases de efeito estufa (normalmente mais dióxido de carbono) na atmosfera do planeta poderia criar aquecimento suficiente e pressão atmosférica para que água líquida exista novamente naquela superfície – apenas um empurrão na difícil caminhada para tornar Marte habitável novamente.

[...]

Apesar do fascínio gerado pela "terraformação" na imaginação popular, ela permanece parte do reino da ficção. Por um lado, Marte parece não ter as reservas necessárias de dióxido de carbono para bombear sua atmosfera e aquecê-la em primeiro lugar. [...]

Além disso, elevar a temperatura e a pressão da atmosfera significa apenas que qualquer água disponível não irá evaporar imediatamente, mas ainda assim irá evaporar e desaparecer rapidamente no ar (ainda) rarefeito. Como a atmosfera marciana é incrivelmente seca, essa água nunca retornaria em forma de chuva. [...]

Resumindo, o meio ambiente de um planeta não é uma piscina vazia que pode ser enchida novamente com uma mangueira de jardim, assim trazendo-a de volta para sua função anterior.[...]

WALKOWICZ, Lucianne. O problema de colonizar Marte. **Época**, 2018. Disponível em: <https://epoca.globo.com/o-problema-de-colonizar-marte-23110670>. Acesso em: 17 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Planetas gasosos

Os planetas gasosos são também chamados de gigantes gasosos, devido à diferença de tamanho em relação aos planetas rochosos. Júpiter e Saturno, os dois maiores planetas do Sistema Solar, são também os planetas gasosos mais próximos da Terra e apresentam-se como pontos brilhantes no céu, facilmente identificáveis a olho nu por um observador atento. Durante os períodos em que está mais próximo da Terra, Urano aparece como um ponto de brilho muito fraco e, como seu movimento em relação ao fundo de estrelas é muito lento, é difícil identificá-lo como um objeto do Sistema Solar. Netuno não pode ser visto a olho nu, mas é possível observá-lo com a ajuda de um telescópio simples ou um par de binóculos, desde que se tenha em mãos uma carta celeste ou outro recurso que permita localizá-lo.

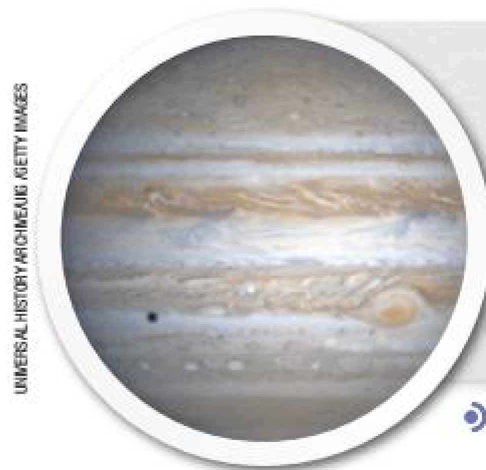
Se possível, realizar com a turma uma atividade de observação noturna do céu com o objetivo de localizar os planetas do Sistema Solar. O programa **Stellarium**, indicado na **atividade 5** da seção **Mergulho no tema**, pode ser empregado para prever qual será a melhor noite para fazer a observação. Ele também pode ser utilizado para a localização dos astros na abóbada celeste. Se preferir, solicitar aos estudantes que pesquisem aplicativos de celular que ajudam a identificar a posição dos astros. Existem diferentes opções gratuitas que permitem a qualquer pessoa leiga localizar diferentes astros e constelações no céu.

Planetas gasosos

Os planetas gasosos recebem essa classificação porque são formados por grandes massas de gases, especialmente hidrogênio e hélio. Eles não possuem superfície sólida e contam com atmosferas complexas e dinâmicas.

Os maiores planetas do Sistema Solar são os gasosos. Apesar disso, por conta de sua composição, são também os menos densos. Júpiter, por exemplo, tem volume cerca de 1 400 vezes maior que o da Terra, mas sua densidade é cerca de um quarto da terrestre. Vamos conhecer algumas características de cada um.

Júpiter



UNIVERSAL HISTORY ARCHIVE/UIG /GETTY IMAGES

Período de rotação: 9,9 horas
Período de translação: 4 331 dias (11,9 anos)
Diâmetro: 142 984 km
Distância até o Sol: entre 740 × 10^6 km e 816 × 10^6 km
Temperatura média: –110 °C
Satélites naturais: 79

Fotografia de Júpiter obtida pela sonda espacial Cassini em 2000.



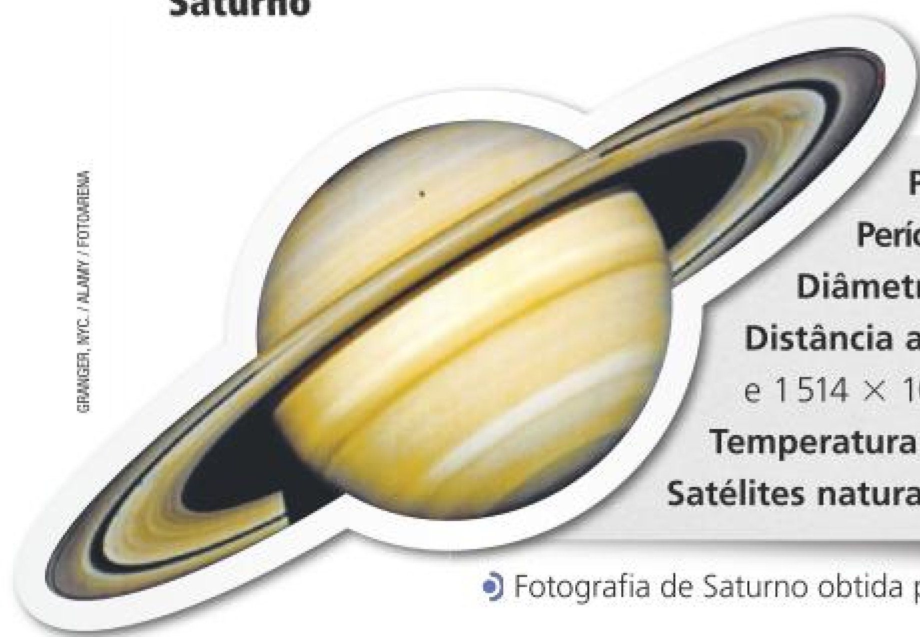
UNIVERSAL HISTORY ARCHIVE/UIG /GETTY IMAGES

Grande Mancha Vermelha, uma enorme tempestade na superfície de Júpiter obtida pela sonda espacial Voyager 1 em 1979.

Júpiter agrega mais massa que todos os demais planetas, satélites, asteroides e cometas do Sistema Solar juntos. Depois da Lua e de Vênus, é o astro mais brilhante no céu noturno. Uma de suas características é a Grande Mancha Vermelha, descoberta pelo astrônomo italiano Giovanni Cassini (1625-1712) no final do século XVII. Trata-se de uma enorme tempestade, com mais de 16 mil quilômetros de largura – maior que o diâmetro da Terra – que existe há mais de 350 anos.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

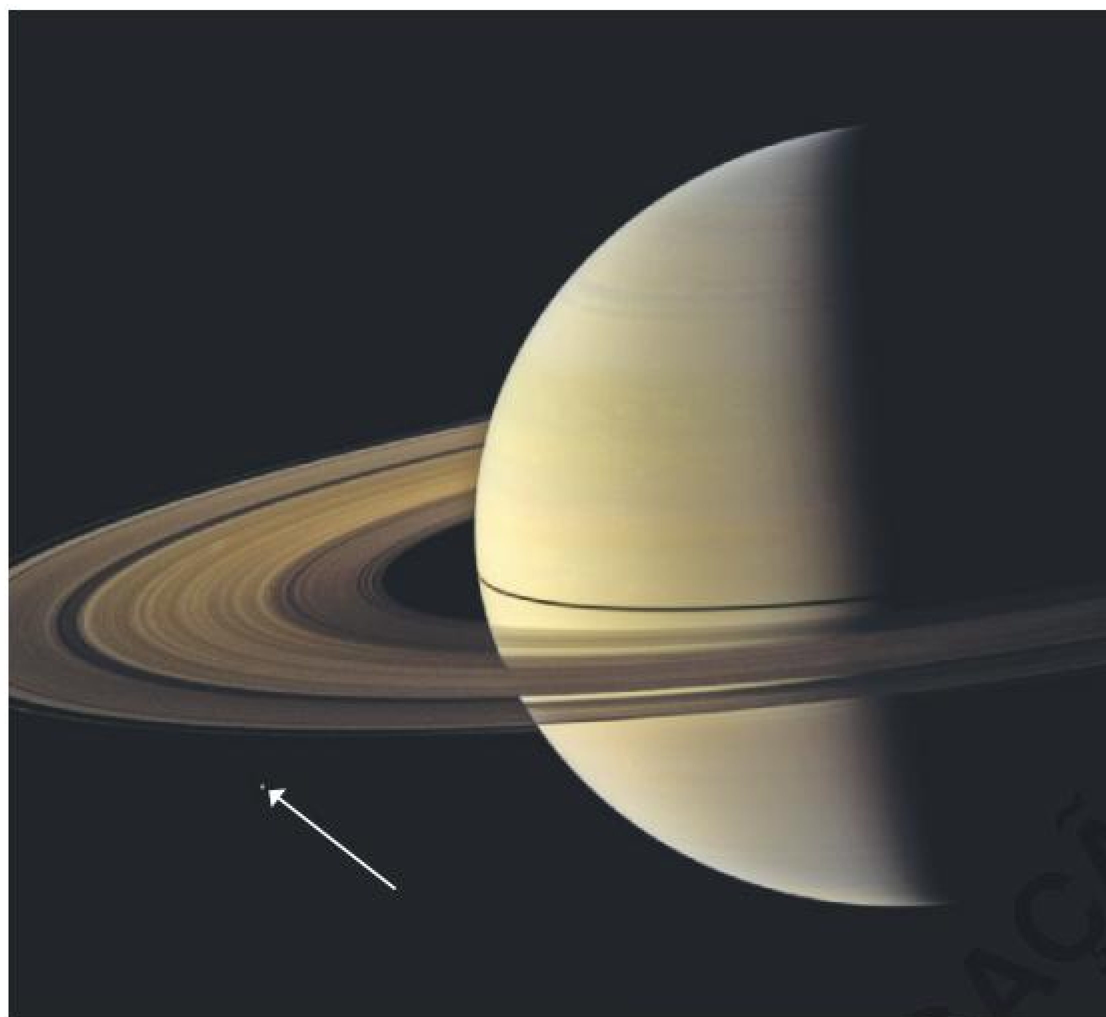
Saturno



GRANGER, NYC. / ALAMY / FOTOARENA

Período de rotação: 10,7 horas
Período de translação: 10 747 dias (29,5 anos)
Diâmetro: 120 536 km
Distância até o Sol: entre $1\,352 \times 10^6$ km e $1\,514 \times 10^6$ km
Temperatura média: –140 °C
Satélites naturais: 62

Fotografia de Saturno obtida pela Nasa em 1980.



UNIVERSAL HISTORY ARCHIVE/UIG / GETTY IMAGES

Imagem registrada pela sonda Cassini em 2009 ao passar por Saturno. É possível ver os anéis do planeta e a Terra, que aparece como um pequeno ponto luminoso (seta).

Saturno é o segundo maior planeta do Sistema Solar e é conhecido por possuir anéis achatados que o circundam, feitos de gelo, poeira e material rochoso. Os outros planetas gasosos também possuem anéis, embora muito mais discretos. Essas estruturas foram descobertas por Galileu, no século XVII, com o auxílio do telescópio. A atmosfera de Saturno é complexa como a de Júpiter, com intensas tempestades e algumas manchas, embora nenhuma se assemelhe à Grande Mancha Vermelha.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

[...]

Júpiter só foi conhecido em maior profundidade na era espacial, com as sondas americanas Voyagers 1 e 2 (1977) e Galileo (1995). Até então, as informações principais vieram de trabalhos espectroscópicos, isto é, da análise do espectro de sua luz obtido em solo. Juntamente com observações visuais, os dados espectroscópicos mostram que Júpiter tem uma atmosfera complexa, dominada por cinturões paralelos ao seu equador por onde circulavam gases atmosféricos com velocidades típicas das zonas, que podem chegar a 650 km/h. Tempestades ciclônicas, decorrentes de zonas de baixa pressão, são comuns na atmosfera joviana. Embora relâmpagos na alta atmosfera sejam menos frequentes que na Terra, eles são bem mais energéticos que os terrestres.

A alta atmosfera joviana é composta essencialmente de gás hidrogênio (H_2), cerca de 80% segundo a sonda Galileo. O restante é praticamente hélio (He). Esta composição química é a mesma do Sol e praticamente a predominante no Universo. Isto significa que este planeta tem a mesma composição química da nuvem primordial que deu origem ao Sistema Solar, há 4,6 bilhões de anos. Sua baixa densidade, 1,33 g/cm³, revela que esta composição química ainda predomina em seu interior. Compostos químicos contendo hidrogênio, como metano (CH_4), amônia (NH_3) e água (H_2O), predominam entre as espécies atmosféricas mais densas.

[...]

PICAZZIO, Enos (Org.). **O céu que nos envolve**: Introdução à astronomia para educadores e iniciantes. São Paulo: Odysseus, 2011. p. 108.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Ao analisar as informações apresentadas nas fichas dos planetas gasosos, é interessante chamar a atenção para algumas das diferenças entre eles e os planetas gasosos, como diâmetro e distância até o Sol. Como já foi dito, os planetas gasosos são muito maiores que os rochosos, o que é facilmente constatado pela comparação dos diâmetros informados nas "fichas" que acompanham cada planeta.

Urano e Netuno são os planetas mais distantes do Sol no Sistema Solar. Oriente os estudantes a comparar esses planetas com os demais quanto aos valores apresentados de distância até o Sol, bem como o período de translação. Deve ficar evidente que a distância que separa Urano do Sol é praticamente o dobro daquela que separa Saturno do Sol, um salto considerável. Para efeito de comparação, poderíamos dizer que entre Saturno e Urano há espaço suficiente para alinhar todos os seis planetas mais próximos do Sol (de Mercúrio a Saturno), respeitando as distâncias entre suas órbitas. Para aprofundar o trabalho com a percepção das escalas de distância no Sistema Solar, consulte o material "Se a Lua medisse um *pixel*", na seção **Mais**, e a **atividade 1**, da seção **Mergulho no tema**.

Urano


CORBIS/GETTY IMAGES

Período de rotação: 17,2 horas
Período de translação: 30 589 dias (83,8 anos)
Diâmetro: 51 118 km
Distância até o Sol: entre 2 741 × 10^6 km e 3 003 × 10^6 km
Temperatura média: –195 °C
Satélites naturais: 27

Fotografia de Urano obtida pela sonda espacial Voyager 2 em 1986.

Urano foi o primeiro planeta a ser descoberto com o uso de telescópio, em 1781, pelo astrônomo alemão William Herschel (1738-1822). Seu eixo de rotação é quase paralelo ao plano orbital, como se ele estivesse "deitado". A razão disso não é clara, mas a hipótese mais aceita é a de que tenha sofrido uma colisão muito intensa com outro corpo celeste, ainda nos primórdios de sua formação.

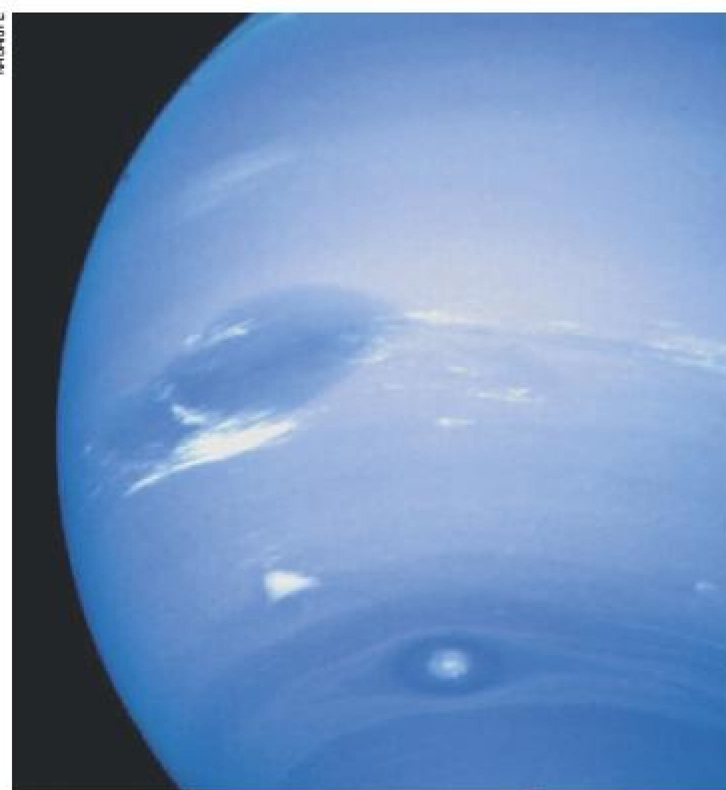
Netuno


NASA/JPL

Período de rotação: 16,1 horas
Período de translação: 59 800 dias (cerca de 163,8 anos)
Diâmetro: 49 528 km
Distância até o Sol: entre 4 444 × 10^6 km e 4 545 × 10^6 km
Temperatura média: –200 °C
Satélites naturais: 14

Fotografia de Netuno obtida pela sonda espacial Voyager 2 em 1989.

A descoberta de Netuno se deve a cálculos matemáticos que revelaram a existência do planeta antes mesmo que ele fosse observado. Após a descoberta de Urano, observações precisas verificaram irregularidades da órbita dele que só poderiam ser explicadas pela existência de um outro planeta, desconhecido até então. A descoberta de Netuno ocorreu em 1846, pelo astrônomo alemão Johann Gottfried Galle (1812-1910). A cor azul do planeta, assim como a de Urano, deve-se principalmente à abundância de metano na atmosfera.


NASA/JPL

Detalhe da superfície de Netuno, obtida pela sonda espacial Voyager 2, que mostra uma grande tempestade conhecida como a Grande Mancha Negra.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Planetas-anões

Plutão foi descoberto em 1930 e inicialmente considerado como um planeta, o menor do Sistema Solar. Classificado como transnetuniano, por ocupar uma órbita além de Netuno, Plutão é composto principalmente de gelo e rocha. Sua órbita apresenta algumas particularidades, em parte devido à influência de Caronte, o maior de seus satélites naturais. Após diversas discussões sobre o assunto, a União Astronômica Internacional decidiu criar uma nova classe de corpos celestes, os planetas-anões, em que Plutão foi incluído em 2006. Um planeta-anão é definido como um objeto que orbita o Sol e é grande o suficiente para ter formato esférico, embora não seja gravitacionalmente dominante em sua órbita. Um astro é gravitacionalmente dominante quando consegue atrair para si outros corpos menores em sua órbita.

Atualmente são conhecidos cinco planetas-anões, embora essa lista possa se estender conforme o conhecimento sobre o Sistema Solar aumenta. São eles Ceres, Éris, Plutão, Makemake e Haumea. Com exceção de Ceres, todos têm suas órbitas além de Netuno.

	Diâmetro equatorial	Distância do Sol	Período orbital
Ceres	975 km	2,77 UA	4,6 anos
Plutão	2 306 km	39,5 UA	248,1 anos
Haumea	1 240 km	43,3 UA	285,4 anos
Makemake	1 430 km	45,8 UA	305,3 anos
Éris	2 400 km	67,7 UA	557 anos

NASA/JPL-CALTECH/UCLA/MPS/DLR/IDA, NASA/JOHNS HOPKINS UNIVERSITY APPLIED PHYSICS, DIEGO BARUCCO / ALAMY / FOTOARENA, UNIVERSAL HISTORY ARCHIVE/GETTY IMAGES

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Fonte: Nasa. **Beyond Our Solar System**. Disponível em: <https://solarsystem.nasa.gov/solar-system/beyond/overview/>. Acesso em: 10 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Planetas-anões

Diferenciar planetas e planetas-anões requer algumas considerações importantes sobre a atuação da gravidade. Para que um astro se torne esférico, ele deve ter matéria o suficiente para que a intensidade da força gravitacional o modele. Isso ocorre com os planetas-anões, mas não com os astros como cometas e asteroides, por exemplo, que não apresentam massa suficiente para se tornarem esféricos e, consequentemente, têm formatos irregulares.

Durante a formação de um planeta, o constante acúmulo de massa faz com que ele "limpe" a trajetória de sua órbita, atraindo para si os corpos próximos ao seu caminho. Estes caem no planeta ou formam satélites naturais que o orbitam. No caso dos planetas-anões, porém, isso não ocorre. Esses astros não são dominantes em suas órbitas e sofrem interferências significativas de outros corpos ao longo de sua trajetória ao redor do Sol.

A classificação de Plutão pode ser empregada como exemplo de como o conhecimento científico se altera ao longo do tempo. Até relativamente pouco tempo atrás, ele era considerado um planeta; conforme o conhecimento sobre esse astro e outros do Sistema Solar aumentou, a criação de uma nova categoria foi proposta para resolver as inconsistências apresentadas pela classificação dominante até então.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Satélites

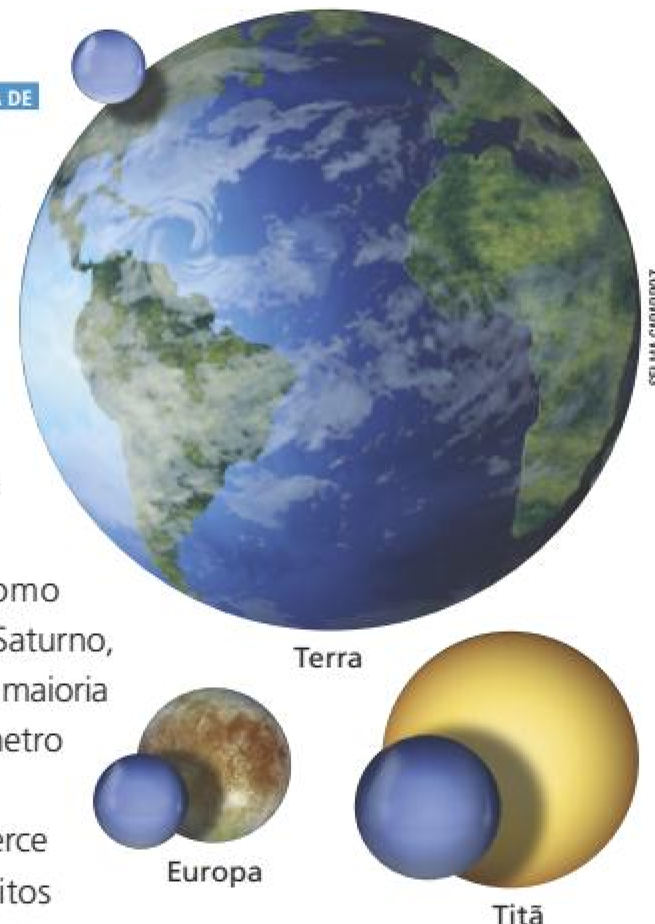
Explorar com a turma a imagem que compara a quantidade de água na Terra, em Titã e em Europa. A ilustração é feita com base em estimativas reais da quantidade de água nesses astros, de acordo com estudos realizados pela NASA, a agência espacial estadunidense. A existência de água nesses satélites naturais é uma informação importante para a busca por sinais de vida extraterrestre. Pesquisas recentes procuram identificar, nesses locais, evidências da presença de moléculas consideradas "blocos essenciais" da vida, como compostos que possam dar origem a aminoácidos.

A Lua é estudada em detalhes no livro de 8º ano, que aborda desde a formação e composição do satélite até seus movimentos principais. Retomar com a turma o que eles sabem sobre o assunto e verificar se correlacionam os conceitos que já conhecem – como os movimentos de rotação e revolução da Lua – aos conceitos que estudaram nesta Unidade, como a dinâmica de formação do Sistema Solar.

Satélites

AS CORES NÃO SÃO REAIS. IMAGENS FORA DE PROPORÇÃO.

Satélites naturais, ou simplesmente satélites, são corpos que orbitam planetas, planetas-anões e asteroides. Até 2018, eram conhecidos 190 satélites naturais no Sistema Solar. Alguns são rochosos, como a Lua, enquanto outros são recobertos por gelo. Titã (satélite de Saturno) e Europa (satélite de Júpiter), por exemplo, têm a superfície recoberta de gelo e, segundo estimativas, possuem mais água que o planeta Terra.



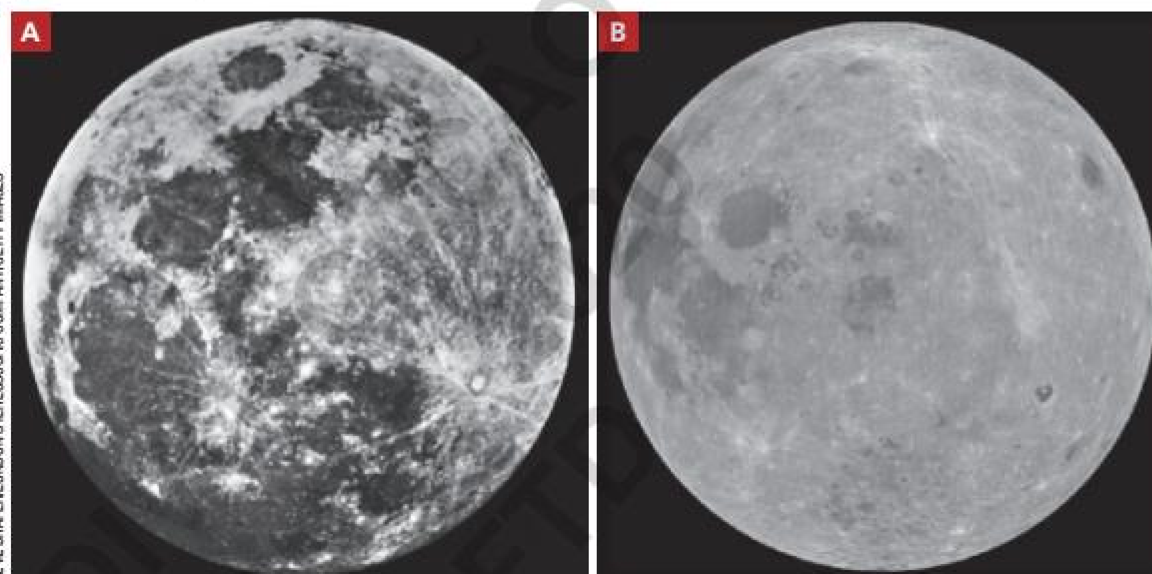
Concepção artística comparando a quantidade de água na Terra, em Europa e em Titã. O artista representou toda a água presente em cada um desses corpos caso ela pudesse ser reunida em uma esfera.

Fonte: Planetary Habitability Laboratory. **University of Puerto Rico at Arecibo.** Disponível em: <http://phl.upr.edu/library/media/liquidwaterinthesolarsystem>. Acesso em: 20 nov. 2018.

Alguns satélites naturais são enormes, como Ganimedes e Titã – os maiores satélites de Júpiter e Saturno, respectivamente. Ambos são maiores que Mercúrio. A maioria dos satélites, porém, é de astros pequenos, com diâmetro inferior a 200 km.

O único satélite natural da Terra é a **Lua**, que exerce influência nas marés, no comportamento de muitos animais, entre outros fenômenos. A Lua também desempenha papel importante na contagem do tempo para diversas sociedades humanas.

A superfície da Lua apresenta dois tipos básicos de terreno: os **mares** são regiões planas de baixa altitude, de composição basáltica e aspecto escuro; apesar do nome, não são formados por água. Os **continentes** são as porções mais elevadas e brilhantes da superfície, com relevo acidentado, marcado por impactos violentos. Toda a superfície lunar é recoberta por uma camada relativamente espessa de poeira, originada pelo bombardeamento de corpos cadentes. A temperatura na Lua varia diariamente entre –150 °C e 120 °C, o que contribui para o intemperismo físico das rochas.



(**A**) Uma das fotos mais antigas da Lua, registrada em 1840. (**B**) Foto da Lua feita pela sonda espacial Clementine, mostrando uma porção da Lua que nunca fica visível para observadores na Terra.

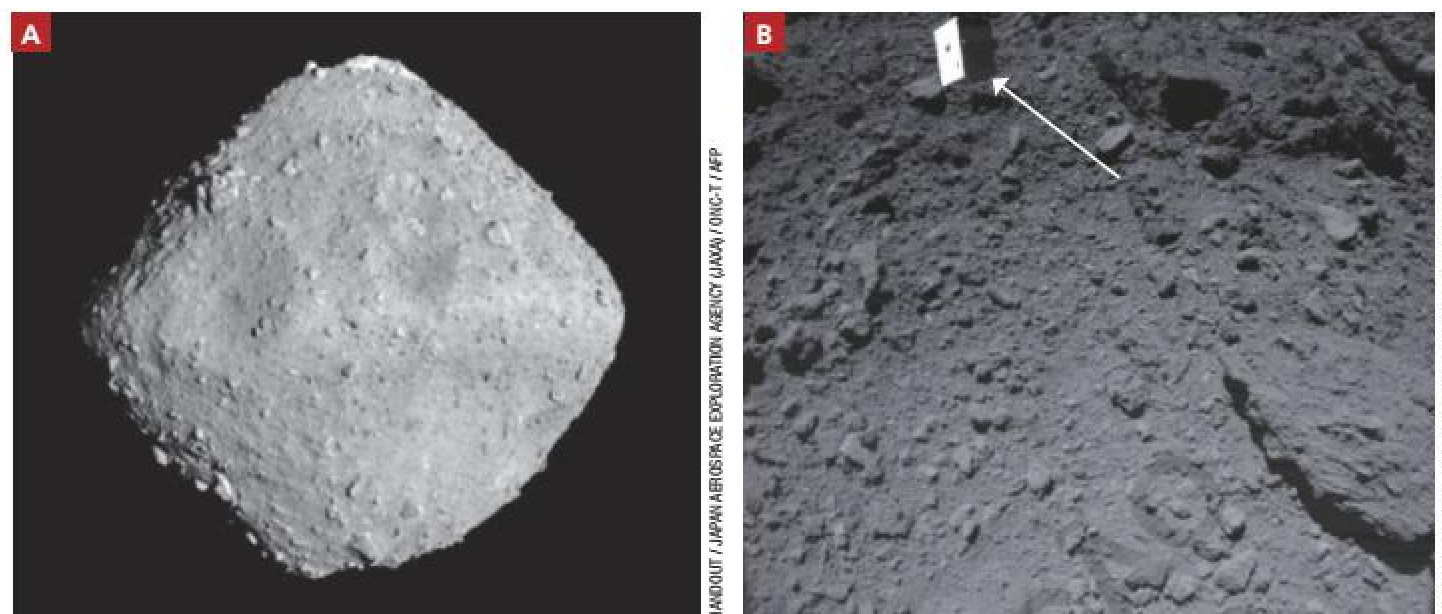
Asteroides, cometas e meteoroides

Os **asteroides**, palavra de origem grega que significa "semelhante a estrelas", são objetos rochosos com mais de 10 m de diâmetro, com formas, composições e tamanhos diversos.

A maior parte deles está concentrada entre Marte e Júpiter, no **Cinturão principal de asteroides**, orbitando o Sol em trajetórias quase circulares. Há também asteroides com órbitas bastante elípticas, alguns cruzando a órbita da Terra. A hipótese mais aceita para a origem dos asteroides é a de que eles sejam fragmentos que, na época de formação do Sistema Solar, não se agregaram aos planetas.

Além da órbita de Netuno, existe o **Cinturão de Edgeworth-Kuiper**, uma região que agrupa uma série de corpos pequenos cuja existência só foi visualmente comprovada em 1992. Com exceção de Ceres, todos os planetas-anões encontram-se nessa região.

Por estarem em uma região muito fria e distante do Sol, os corpos no Cinturão de Edgeworth-Kuiper preservam a composição química primitiva que deu origem ao Sistema Solar e são importantes no estudo sobre o Universo. Estima-se que nessa região haja cerca 100 mil corpos com diâmetros maiores que 100 km e aproximadamente 1 bilhão de objetos com diâmetros entre 100 km e 10 km.



Em junho de 2018, a sonda japonesa Hayabusa-2 sobrevoou o asteroide Ryugu (**A**). Dois dispositivos de análise foram colocados sobre a superfície do asteroide – um feito inédito. (**B**) Na foto, é possível ver a superfície do asteroide e um desses dispositivos durante a queda.

Os **cometas** são corpos relativamente pequenos, com um núcleo tipicamente entre 100 metros e 40 km de diâmetro. São formados por substâncias congeladas, como água, monóxido de carbono, dióxido de carbono e outros. Há evidências de que os cometas tiveram papel importante na formação dos oceanos na Terra, e podem ter colaborado para a origem da vida ao carregarem compostos ricos em carbono.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

[...]

Apesar do nome de origem grega que significa "similar a estrelas", os asteroides são mais parecidos aos planetas, apesar de muito menores. Concentram-se, em sua maioria, em um anel entre as órbitas de Marte e Júpiter: o cinturão de asteroides ou cinturão de asteroides principal. Imagine o que aconteceria se um planeta fosse quebrado em milhares de pedacinhos e esses pedacinhos fossem espalhados ao longo de sua órbita. O cinturão de asteroides é aproximadamente isso. Porém, os asteroides não devem ser o resultado de um processo destrutivo, mas, sim, um planeta que não deu certo. [...] Existem asteroides também em outras regiões do sistema solar: um exemplo são os asteroides além da órbita de Netuno que compõem, com os plutoides, os objetos transnetunianos.

A região do sistema solar além da órbita de Netuno, que se encontra a aproximadamente a 30 unidades astronômicas do Sol, e que contém os objetos transnetunianos é normalmente dividida em Cinturão de Kuiper, Disco Disperso e Nuvem de Oort em ordem de distância ao Sol. Os dois primeiros encontram-se próximos ao plano e contêm muitos asteroides. A Nuvem de Oort deve ser a origem de muitos cometas [...]

[...]

MILONE, André de Castro et al. **Introdução à astronomia e astrofísica.** São José dos Campos: Inpe, 2018.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- *Site*: METEORITOS BRASILEIROS. Disponível em: <http://livro.pro/zffuhf>. Acesso em: 13 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Ao contrário dos planetas e da maioria dos asteroides, a órbita dos cometas em torno do Sol não se limita à região próxima ao plano do Sistema Solar. As órbitas dos cometas possuem inclinações variadas e excentricidade elevada, variando muito a distância entre eles e o Sol. Conforme um cometa se aproxima do Sol, o gelo e a poeira que o constituem sublimam, formando uma nuvem de gás e poeira ao seu redor. Os cometas geralmente apresentam duas caudas, resultado tanto do movimento próprio deles quanto da interação deles com ventos solares. Conforme se afastam do Sol, essas caudas vão se tornando menos visíveis.

Atualmente acredita-se que os cometas têm origem na Nuvem de Oort, uma estrutura com forma esférica, como uma casca que envolve o Sistema Solar, cuja existência foi proposta teoricamente pelo astrônomo e astrofísico holandês Jan Hendrik Oort (1900-1992).

Conforme estudado no livro do 6º ano, a hipótese atual sugere que parte considerável da água existente na Terra tenha sido acumulada aqui a partir do impacto de inúmeros cometas, ainda nos primórdios do planeta. A água, na forma de gelo, geralmente corresponde a aproximadamente 80% da massa de um cometa, sendo, portanto, seu componente principal.

AS CORES NÃO SÃO REAIS. IMAGENS FORA DE PROPORÇÃO.

Os cometas orbitam o Sol e, ao se aproximarem da estrela, expelem gases e poeira formando um ou mais rastros brilhantes, chamados caudas. Conforme se afastam da estrela, a cauda desaparece. Normalmente os cometas têm órbitas muito alongadas e se afastam muito do Sol. Por esta razão, passam a maior parte de suas vidas em regiões muito frias.





(**A**) Cometa Hale-Bopp em 1997. (**B**) Representação simplificada da órbita de um cometa ao redor do Sol. Cometas geralmente têm órbitas muito elípticas; ao se aproximarem do Sol, sofrem fragmentação e ejetam gases, o que dá origem às caudas.

Os **meteoroides** são fragmentos rochosos entre 0,1 mm e 10 m de diâmetro que vagam pelo espaço interplanetário. Ao adentrarem a atmosfera terrestre em altíssima velocidade, tornam-se incandescentes e formam um fenômeno luminoso denominado **meteoro**, popularmente conhecido como "estrela-cadente". Os fragmentos que resistem à queda e chegam à superfície do planeta recebem o nome de **meteoritos**.



As Perseidas são chuvas de meteoros que ocorrem anualmente, entre julho e agosto, quando a Terra cruza a órbita do cometa Swift-Tutle. Os meteoroides são formados pela fragmentação do cometa. Na fotografia, Mgiebah Bay (Malta), 2018.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ATIVIDADES

NÃO ESCREVA NO LIVRO.

1. Em duplas, vocês devem fazer um "inventário" do Sistema Solar, listando os principais componentes dele e algumas de suas características. Discutam entre si:

- Que corpos celestes devem ser listados? Eles podem ser agrupados de alguma maneira?
- Que características desses corpos merecem ser citadas?
- Como apresentar esse inventário? Em forma de lista, tabela, desenho ou outros?

Após conversarem sobre os pontos acima, produzam o inventário seguindo os critérios escolhidos. Em seguida, apresentem o resultado para outras duplas e comparem as semelhanças e diferenças nos métodos que vocês usaram.

2. Avalie a seguinte afirmação:

- O Sol é maior que as outras estrelas, por isso aparece tão grande no céu.

Você concorda com essa afirmação? Explique sua resposta.

3. Como a distância em relação ao Sol influencia a temperatura média na superfície de um planeta? Há outros fatores relevantes para determinar a temperatura do planeta? Explique sua resposta e dê exemplos.

4. O que são as chamadas "estrelas cadentes"? Qual é a relação delas com as estrelas?

5. Descreva resumidamente o ciclo de vida do Sol, desde sua formação até o seu fim previsto.

6. Em 2018, as agências espaciais da Europa e do Japão, em cooperação com Rússia e Estados Unidos, lançaram a missão BepiColombo. O principal objetivo é explorar Mercúrio, um dos planetas do Sistema Solar do qual menos conhecemos. Em duplas, pesquisem na internet as respostas para as seguintes questões:

a) Qual é o tempo de viagem estimado até Mercúrio?

b) Quais são os principais desafios relacionados à exploração de Mercúrio?

c) Que informações a missão BepiColombo deve coletar sobre Mercúrio?

d) Qual é a situação atual da missão? Que informações ela já forneceu?



EADS ASTRIUM / DPA / AFP

Simulação computacional do satélite BepiColombo orbitando Mercúrio.

227

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ATIVIDADES

1. Resposta variável. O intuito da atividade é exercitar a capacidade de organização de informações pelos estudantes. A atividade pode ser empregada para avaliar o desenvolvimento da **habilidade EF09CI14**.

2. Espera-se que o aluno discorde. O Sol aparenta ser muito maior porque está muito mais próximo da Terra do que as demais estrelas. Em termos de tamanho, o Sol é uma estrela relativamente pequena comparado a outras.

3. Quanto mais afastado do Sol, menos radiação solar o planeta recebe. Dessa forma, a temperatura na superfície tende a diminuir conforme a distância até o Sol aumenta. A composição da atmosfera também é um fator determinante. Vênus, por exemplo, está mais afastado do Sol que Mercúrio; apesar disso, sua atmosfera rica em CO_2 faz com que as temperaturas venusianas sejam maiores que as de Mercúrio.

4. São meteoros, fenômenos luminosos formados na atmosfera quando um meteoroide a atravessa. Dessa forma, apesar do nome, não se tratam de estrelas.

5. O Sol formou-se há cerca de 4,6 bilhões de anos a partir de uma nebulosa. Pela ação da atração gravitacional, formou-se uma protoestrela no centro da nebulosa, cercada por um disco protoplanetário. A partir de certo momento, a temperatura no núcleo da protoestrela atingiu valores tão elevados que tiveram início reações termonucleares, o que marca a entrada do Sol na sequência principal. Ele deve seguir nessa fase por mais 6 bilhões de anos, aproximadamente, quando o hidrogênio se esgotará. Com isso, se tornará uma gigante vermelha. Com o colapso do núcleo e a dissipação da nebulosa planetária, restará apenas uma anã-branca.

6. a) O tempo previsto para chegar a Mercúrio é de 7 anos (chegaria em 2025).

b) Os principais desafios são referentes às condições extremas, como a ampla variação de temperatura e a presença de ventos solares intensos. A necessidade de realizar diversas manobras para desacelerar a nave também é um desafio importante.

c) Resumidamente, a BepiColombo vai coletar informações sobre a composição da superfície, da atmosfera e do campo magnético de Mercúrio.

d) Resposta variável. A página oficial da missão é <http://livro.pro/wbcj4o> (em inglês), mas é possível obter informações em jornais e *sites* brasileiros também.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ALÉM DO SISTEMA SOLAR

Com base nesta página, inicia-se o estudo do Universo para além do Sistema Solar. Deve ficar claro para os estudantes que essa mudança de enfoque implica também em um grande salto nas escalas que estávamos analisando até então. Quando tratamos da distância entre os planetas e o Sol, por exemplo, falamos em unidades astronômicas, que têm grandeza na ordem de 106 km. As distâncias que separam estrelas e galáxias entre si, porém, são muito maiores, com grandeza acima de 1 012 km. Distâncias assim são praticamente inimagináveis; por essa razão, pode ser interessante retomar as comparações propostas na página 207, bem como os cálculos propostos na **atividade 2** da página 210. Esses recursos auxiliam a desenvolver uma noção mais acurada da diferença de escala que estamos tratando. Para trabalhar mais a fundo a noção de escala do Sistema Solar, desenvolver com a turma a **atividade 1**, proposta na seção **Mergulho no tema**.

O vídeo indicado a seguir trata do conhecimento astronômico e dos significados que a etnia indígena Aikewára atribui para os astros. Ele pode ser apresentado como maneira de valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais, contribuindo para o desenvolvimento da **competência geral 6**.



Fotografia noturna evidenciando a Via Láctea vista de Phitsanulok (Tailândia).



Concepção artística da Via Láctea. A seta indica a posição aproximada do Sistema Solar.

Além do Sistema Solar

Em locais afastados dos grandes centros urbanos, é possível observar no céu noturno uma faixa esbranquiçada que o cruza de um lado a outro. Essa faixa é um trecho da nossa galáxia, a **Via Láctea**. Além do Sistema Solar, essa galáxia abriga cerca de 200 bilhões de estrelas, outros bilhões de planetas e nuvens de gás e poeira.

Embora ela seja grande demais para que possamos "fotografá-la" inteira, estudos indicam que a Via Láctea tem a forma de um disco achatado com cerca de 100 000 anos-luz de diâmetro. Ela tem o formato de uma espiral, no centro da qual há um núcleo brilhante com alta concentração de estrelas. Em algumas regiões, existem nuvens de poeira interestelar, feitas de materiais que absorvem a luz e dificultam as observações feitas a partir da Terra. Estudos indicam que a nossa galáxia contém ainda parte considerável de matéria escura, um tipo de substância cuja natureza permanece ainda desconhecida pela Ciência.

O nome Via Láctea, que significa "caminho de leite", remonta a uma lenda da mitologia grega, segundo a qual Hera, uma deusa esposa de Zeus, teria se recusado a amamentar Héracles, filho de Zeus com uma mulher mortal. Ao afastar o bebê de seu seio, Hera teria espalhado seu leite pelo céu, formando a Via Láctea.

Muitos grupos indígenas brasileiros chamam a faixa que nossa galáxia forma no céu de Tapi'i'rapé, o **Caminho da Anta**. Esse nome faz referência às trilhas que a anta – maior mamífero terrestre da América do Sul – forma ao se deslocar nas florestas.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

PARA SABER MAIS: ALUNO

- Vídeo: **Tapi'i'rapé: o Caminho da Anta (Céu dos índios Aikewára)**. Produzido por: Projeto Aikewára. Brasil, 2010. Disponível em: <http://livro.pro/hqpnuy>. Acesso em: 15 nov. 2018.

Além da Via Láctea

Um observador atento ao céu noturno pode notar, olhando para a direção sul, duas manchas claras sem forma definida, a Pequena Nuvem de Magalhães e a Grande Nuvem de Magalhães. Ambas são galáxias, aglomerados brilhantes de bilhões ou trilhões de estrelas, e podem ser vistas a olho nu em condições ideais. Outras galáxias são visíveis no céu noturno, mas a observação depende de instrumentos como binóculos ou telescópios.

Elas têm uma aparência leitosa e amorfa, que lhes rendeu o nome de nebulosas até a década de 1930, quando foi reconhecido que se tratavam de galáxias. O Universo é formado por bilhões de galáxias, que geralmente se reúnem em grupos. O grupo ao qual a Via Láctea pertence é chamado Grupo Local, composto por pouco mais de 50 galáxias.


ESA/HERSCHEL/PACS/SPIRE/J. FRITZ, U. GENT; X-RAY: ESA/XMM NEWTON/EPIC/W. PIETSCH, MPE

Imagem da galáxia de Andrômeda registrada pela agência espacial europeia (ESA). Os pontos azuis representam estrelas, enquanto a nuvem alaranjada revela a poeira interestelar. Apesar de estar a 2,5 milhões de anos-luz daqui, essa galáxia é nossa "vizinha", pois também faz parte do Grupo Local.

Na década de 1920, o astrônomo estadunidense Edwin Hubble (1889-1953), com base nos trabalhos da astrônoma e conterrânea Henrietta Leavitt (1868-1921), mediu as distâncias de algumas galáxias e concluiu que elas estão se afastando umas das outras. Essa observação permite deduzir que, no passado, as galáxias estavam mais próximas. Extrapolando esse raciocínio, chegou-se à Teoria do *Big Bang*, evento em que toda a matéria se encontrava concentrada em um ponto único, há quase 14 bilhões de anos.


G. L. ARCHIVE / ALAMY / FOTOARENA

Retrato de Henrietta Leavitt.


AP PHOTO/GLOW IMAGES

Retrato de Edwin Hubble.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Além da Via Láctea

No início do século XX, embora diversas ideias antigas sobre a Astronomia tenham sido abandonadas, o tamanho e a composição do Universo eram muito pouco conhecidos. A crença de que a nossa galáxia fosse a única existente, em um Universo estático, era defendida por diversos cientistas.

Hubble foi um dos principais pesquisadores a desconstruir essa noção. Em 1924, trabalhando no observatório Mount Wilson, na Califórnia, ele encontrou uma nebulosa que estava a um milhão de anos-luz da Terra, uma distância muito maior do que qualquer outro objeto já observado. Essa constatação, aliada ao trabalho de diversos outros pesquisadores, ajudou a construir a noção de que as nebulosas conhecidas eram, na realidade, outras galáxias, bem como deixou claro que o Universo é muito mais extenso do que se imaginava. Prosseguindo seus estudos, Hubble conseguiu demonstrar que as galáxias estão se afastando umas das outras, com ritmo cada vez mais acelerado. Essa descoberta foi revolucionária, invertendo a noção de que o Universo fosse um lugar estático. Em sua homenagem, o primeiro telescópio espacial lançado no espaço foi batizado com o nome de Hubble.

Analise a imagem da galáxia de Andrômeda com a turma. Comente que essa galáxia é espiral, assim como a Via Láctea. A imagem foi obtida pela combinação de imagens obtidas por raios X, que revelam as estrelas, e infravermelho, emanado pela poeira interestelar. A imagem é colorizada digitalmente para evidenciar essas estruturas.

Existem incontáveis galáxias no Universo, e cada uma delas pode conter bilhões de estrelas. Galáxias podem ter diferentes formatos. Algumas têm forma de elipse, outras são espirais, e algumas são irregulares, isto é, têm forma indefinida. A imagem a seguir, denominada "Campo Ultraprofundo do Hubble", é a visão mais distante do Universo que a humanidade já capturou. A maioria dos pontos brilhantes são galáxias de diferentes cores, tamanhos e idades. Cientistas estimam que existam aproximadamente 10 mil galáxias nessa imagem.

EGYPTIAN STUDIO/SHUTTERSTOCK.COM

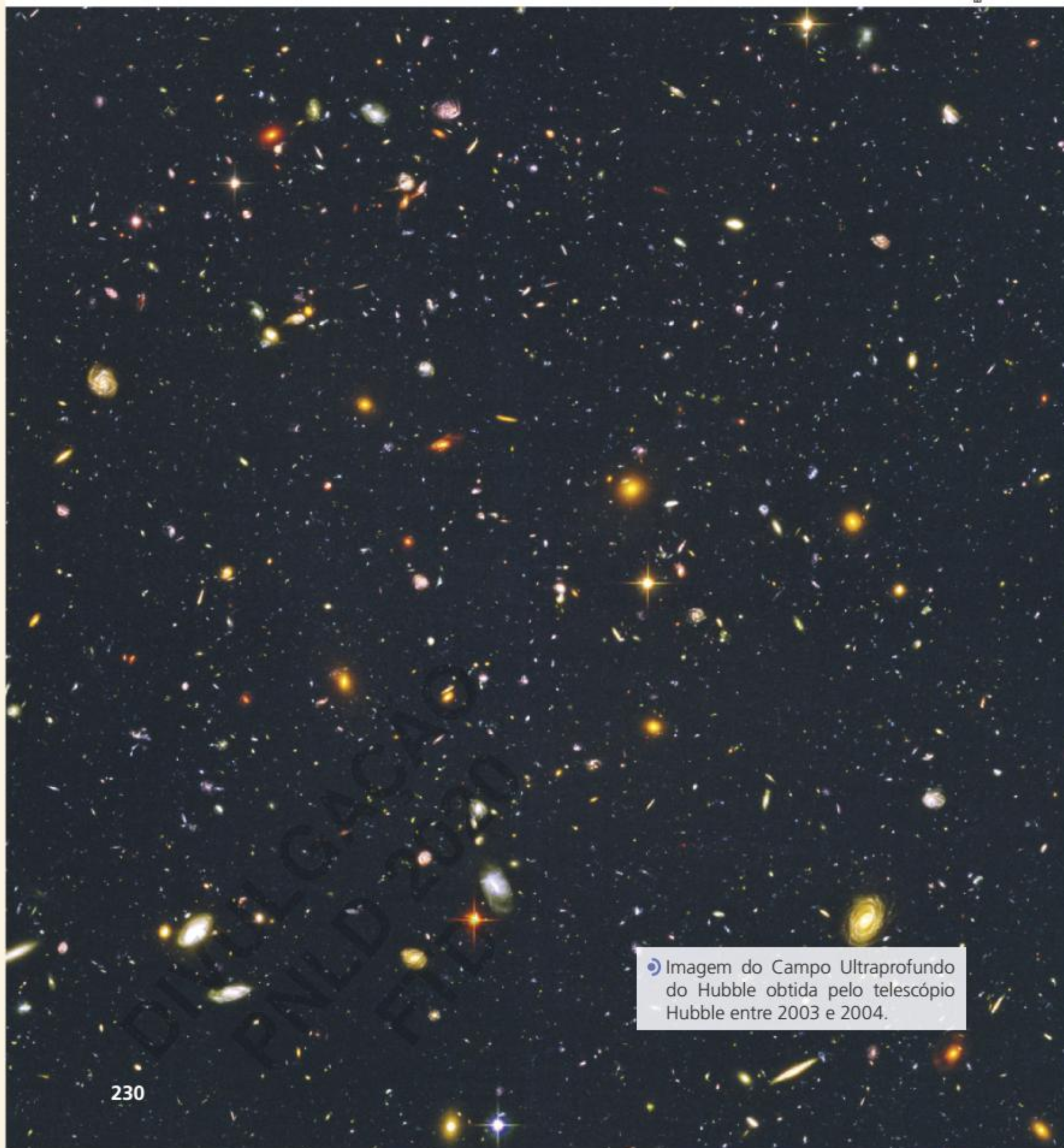


Imagem do Campo Ultraprofundo do Hubble obtida pelo telescópio Hubble entre 2003 e 2004.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

A imagem *Hubble Ultra Deep Field* (Campo Ultra Profundo do Hubble) mostra uma região do espaço na constelação de Fornax contendo cerca de 10 000 galáxias. Para obter a imagem, astrônomos apontaram o telescópio Hubble para uma região do espaço com baixa densidade de estrelas com brilho intenso, o que permite enxergar objetos mais distantes e, consequentemente, permite observar um passado mais remoto do Universo. Estima-se que a imagem mostre galáxias formadas há aproximadamente 13 bilhões de anos, isto é, nos primórdios da formação do Universo.

O intuito de apresentar essa imagem tão ampliada na página é fornecer uma ideia da vastidão do Universo para os alunos e estimular a curiosidade deles. Para efeito de comparação, essa imagem corresponde a uma região no céu com área cerca de 30 vezes menor que aquela ocupada pela Lua cheia.

Propor a leitura atenta da imagem, pedindo aos alunos que comparem as diferentes galáxias presentes nela. Algumas têm forma espiral, enquanto outras são ovais e algumas são irregulares. Chama a atenção a diversidade de cores também.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Texto: **Galáxias**. OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. Disponível em: <http://livro.pro/nn5xu7>. Acesso em: 13 nov. 2018.

Vida fora da Terra

Estamos sós no Universo? Essa antiga questão é abordada na Filosofia, em diversas religiões e nas artes, encontrando diferentes respostas. A Ciência também se dedica a essa pergunta, embora com enfoque um pouco diferente: existe vida parecida com a terrestre em outros planetas?

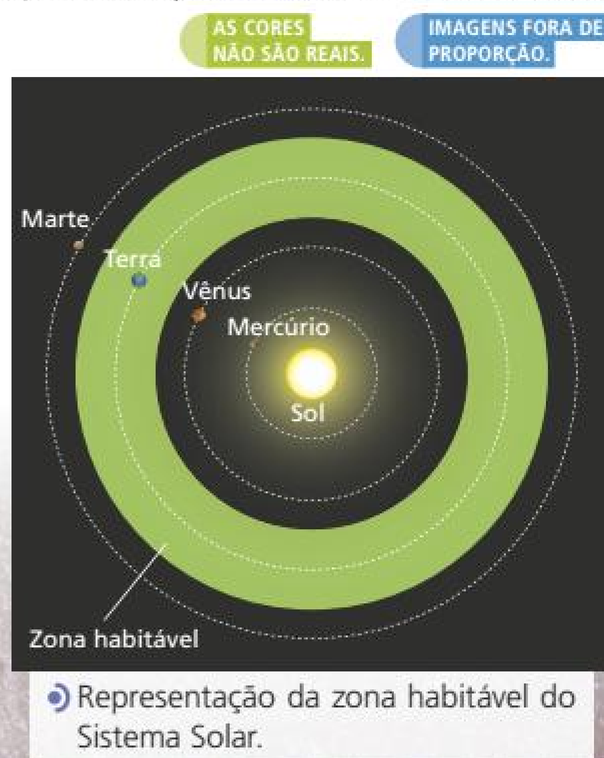
A busca por vida fora da Terra, portanto, leva em conta as condições consideradas essenciais para a existência de vida no nosso planeta. Esse critério ajuda a delimitar as buscas e permite focar nos planetas que, teoricamente, teriam maior probabilidade de abrigar vida.

Uma das principais características que um planeta precisa ter para atender a esse critério é estar situado na **zona habitável** do seu sistema estelar. Essa zona é uma região do espaço ao redor da estrela onde a radiação recebida pelo planeta não é nem muito intensa nem muito fraca, mas o suficiente para permitir a existência de água líquida na superfície. A água é indispensável para a vida como a conhecemos, e, portanto, sua presença em um planeta o torna um candidato a abrigar vida.

O sistema estelar mais próximo da Terra está a 4,3 anos-luz daqui. Essa enorme distância torna inviável o envio de sondas ou outros equipamentos que possam analisar os planetas de perto. O estudo dos **exoplanetas**, portanto, depende de equipamentos que analisam ondas eletromagnéticas, que viajam pelo espaço à velocidade da luz. Radares, radiotelescópios e espectrômetros são alguns desses equipamentos.

Exoplaneta: planeta fora do Sistema Solar.

AS CORES NÃO SÃO REAIS. IMAGENS FORA DE PROPORÇÃO.



Representação da zona habitável do Sistema Solar.

O Atacama Large Millimeter Array (ALMA) é um rádio-observatório internacional localizado no Chile, constituído por um conjunto de 66 antenas capazes de captar infravermelho e ondas de rádio. É usado para estudar inúmeros corpos celestes.

231

em constante mudança e como ela o fará no futuro?" (Des Marais; Walter, 1999). A astrobiologia propõe uma abordagem multi e interdisciplinar, baseada nas técnicas e no rigor da ciência moderna para essas questões, as quais são apenas o início para a melhor compreensão do fenômeno da vida no Universo.

[...]

A compreensão da vida no Universo – sua origem, evolução e eventual término – é um tema que requer, necessariamente, a contribuição de pesquisadores de diferentes áreas, como astrônomos, cientistas planetários, químicos, geólogos, biólogos, e muitos outros, incluindo pesquisadores das engenharias e até mesmo das ciências humanas. Só seremos capazes de encontrar vida em outros planetas, seja do Sistema Solar ou fora dele, se formos capazes de integrar nossos conhecimentos, de maneira a decifrar os sinais sutis e complexos da vida. Apesar de o paradigma científico/acadêmico contemporâneo criar pesquisadores e alunos cada vez mais especializados em seus respectivos temas de estudo, se quisermos realmente compreender a vida nesse grande contexto, é necessário criarmos estratégias para aumentar a comunicação e colaboração entre as áreas. [...]

[...]

GALANTE, Douglas. et al. (Orgs.). **Astrobiologia**: uma ciência emergente. São Paulo: Tikinet. Edição: IAG/USP, 2016. p. 23-31.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Vida fora da Terra

O conteúdo destas páginas auxilia o aluno a selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, contribuindo para o desenvolvimento da **habilidade EF09CI16**.

A astrobiologia, na visão atual, é definida como um campo de pesquisa dedicado a entender a origem, a evolução, a distribuição e o futuro da vida, na Terra ou fora dela (Blumberg, 2003). Dessa forma, algumas das principais perguntas que os astrobiólogos tentam responder vêm sendo feitas pela humanidade há milênios: "como a vida se originou e evoluiu na Terra?", "existe vida em outros planetas?" e "como a vida se adaptou a um planeta

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

A ocupação humana de outros planetas é bastante explorada na ficção científica. Explorar o assunto com os alunos e pedir que exponham o que sabem, para avaliar o repertório cultural deles. Durante a conversa, explorar as referências apresentadas por eles para verificar se reconhecem alguns dos principais fatores que determinam a ocupação humana de outro astro. O estabelecimento de fontes de água, alimentos e gás oxigênio, por exemplo, é essencial. A distância da viagem também é uma questão determinante; a viagem para outros planetas do Sistema Solar pode levar meses ou anos, o que exige preparo físico e psicológico. Viagens para fora do Sistema Solar são inimagináveis com a tecnologia de que dispomos atualmente, em função das enormes distâncias e do tempo necessário para percorrê-las.

A busca por sinais de vida foca nos seres microscópicos. Além de serem a forma de vida mais provável – na Terra, eles existem há muito mais tempo que a vida macroscópica –, eles deixam marcas no planeta que podem ser detectadas por espectrômetros. A camada de ozônio, por exemplo, é resultado da ação de microrganismos fotossintetizantes, que enriqueceram a atmosfera terrestre com gás oxigênio, precursor do ozônio. Em planetas rochosos, a presença de gás metano na atmosfera também pode ser um indicativo de atividade biológica. O estudo da composição da atmosfera dos exoplanetas, portanto, faz parte da busca por vida extraterrestre.

Colonização espacial

Veja no material audiovisual o vídeo sobre a sobrevivência do ser humano fora da Terra: possibilidade ou utopia?

Mesmo que encontremos exoplanetas com condições favoráveis à vida, as enormes distâncias envolvidas fazem que uma viagem até eles seja impossível, ao menos com a tecnologia atual. A possibilidade de habitarmos outro corpo celeste, portanto, se restringe ao Sistema Solar.

Estados Unidos e China já manifestaram interesse em estabelecer bases fixas e habitadas na Lua e até em Marte. Essa empreitada exige muitos investimentos em desenvolvimento tecnológico, pois ambos os astros apresentam condições bastante hostis à vida humana.

O estabelecimento de uma comunidade permanente na Lua é visto por pesquisadores como um passo intermediário para a colonização de Marte. O principal fator é a proximidade: uma viagem para a Lua leva apenas alguns dias, enquanto chegar até Marte levaria mais de um ano. Além disso, muito da tecnologia desenvolvida para a colonização lunar poderia ser reaproveitada para a colonização de Marte.



Concepção artística de uma base lunar.

NO AUDIOVISUAL

Um dos materiais disponíveis nesta coleção trata da possibilidade de sobrevivência do ser humano fora da Terra e é apresentado na forma de vídeo. Nele são avaliadas algumas características de outros planetas do Sistema Solar, como atmosfera, água e temperatura, frente à possibilidade de sobrevivência do ser humano.

ASSIM SE FAZ CIÊNCIA

Pessoas inspiradoras

[...]

Mais de 40 anos antes de as mulheres americanas ganharem o direito ao voto, elas se destacavam no Observatório de Harvard College fazendo grandes descobertas sobre o espaço.

Entre 1885 e 1927, o observatório empregou cerca de 80 mulheres que estudavam fotografias de estrelas em chapas de vidro. Elas encontravam galáxias e nebulosas e criavam métodos para medir distâncias no espaço.

Essas mulheres eram famosas – os jornais escreviam sobre elas, e artigos científicos levavam suas assinaturas. Mas, no século seguinte, elas foram praticamente esquecidas.

[...]

[Williamina] Fleming é a primeira pesquisadora famosa de Harvard. Ela se mudou da Escócia para os Estados Unidos no final da década de 1870.

Durante a gravidez, Fleming foi abandonada pelo marido e encontrou trabalho como empregada na casa de Edward Pickering, o diretor do observatório. Em 1881, Pickering a contratou para trabalhar no observatório.

Ela descobriria a Nebulosa Horsehead, desenvolveria um sistema para classificar as estrelas com base no hidrogênio observado em seus espectros e também lideraria outras cientistas mulheres.

[...]

Smith Zrull – que odiava aulas de história na adolescência – conta que teve muitas dificuldades para encontrar mulheres que a encorajassem.

"Realmente precisei de muito tempo para começar a encontrar mulheres com as quais eu me identificasse", diz Smith Zrull. "Acho que mais mulheres precisam saber: você não está sozinha, você é capaz."

NEWMAN, A. Esquecidas pelos livros, descobertas de astrônomas pioneiras do século 19 são resgatadas em Harvard. **BBC**. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-41091733>. Acesso em: 15 out. 2018.

ATIVIDADES

Em grupos, discutam as seguintes questões:

- Assim como em outras profissões, muitos cientistas optaram por essa carreira por terem sido inspirados, durante a infância, pela figura de outros cientistas. Qual é a importância de conhecermos pesquisadores e outros profissionais de diferentes gêneros, origens e etnias?
- Quando você pensa em seu futuro, alguma personalidade te inspira? Comente com seus colegas.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ASSIM SE FAZ CIÊNCIA

Se possível, fazer a leitura completa da matéria com a turma. Ela traz mais informações sobre o trabalho de resgate da memória de mulheres que tiveram atuações importantes na Astronomia e apresenta considerações da autora da pesquisa sobre a importância de se sentir representada em um campo de atuação onde ela sonhava atuar quando criança. O texto permite ainda discutir aspectos relacionados ao machismo na ciência ao evidenciar que o trabalho feito por mulheres não recebia o mesmo reconhecimento que aquele produzido por homens.

Após a leitura do texto, acompanhar a discussão dos grupos. É importante criar um ambiente respeitoso de debate, onde todos se sintam à vontade para expor suas ideias.

A figura tradicionalmente associada ao cientista é a de um adulto de meia idade, homem e branco. Embora a contestação a esse clichê tenha crescido ultimamente, para muitas pessoas a atividade científica ainda é algo associado, de certa maneira, a uma elite. Se desejar explorar esse assunto, pedir aos alunos que escolham um dos assuntos de Ciências de que mais gostam e busquem por pesquisadores e pesquisadoras de diferentes etnias que tenham se destacado nessa área do conhecimento.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ATIVIDADES

1. Seguindo a sequência, teríamos: Você, Brasil, Terra, Sistema Solar, Via Láctea, Grupo local e Universo.

2. Porque é composta de bilhões de estrelas. A "mancha" é resultado do brilho combinado dessas estrelas.

3. O primeiro passo seria identificar a zona habitável desse sistema estelar e os planetas que fazem parte dela – neste caso, apenas a Terra. Em seguida, o uso de espectrômetros poderia revelar a presença de uma camada de ozônio e a presença de pequenas quantidades de gás metano na atmosfera do planeta, que são indicativos da presença de vida como a conhecemos.

4. Resposta variável. À época da edição deste livro, havia sido descoberto mais de 2 500 sistemas planetários na Via Láctea. A cada ano, porém, são descobertos novos sistemas planetários.

5. a) Espera-se que os alunos discordem. A enorme distância inviabiliza a viagem, pois o tempo necessário seria muito maior que o tempo de vida de uma pessoa.

b) Espera-se que os alunos identifiquem que a pesquisa citada na matéria busca, na realidade, informações sobre vida em outros planetas.

c) Resposta pessoal. Espera-se que os alunos não reportem que o planeta é um possível destino de colonização humana.

ATIVIDADES

NÃO ESCREVA NO LIVRO.

1. Analise o esquema apresentado e faça o que se pede.

- Esse esquema representa que você se localiza no Brasil e que o Brasil se localiza no planeta Terra. Copie-o no caderno e, seguindo a mesma lógica, complete-o com as seguintes categorias:

Universo   Via Láctea   Grupo local   Sistema Solar



2. Por que a Via Láctea tem aspecto esbranquiçado?

3. Supondo um observador distante que acaba de descobrir o Sistema Solar, que procedimentos poderiam ser adotados para verificar se existe vida aqui?

4. Em duplas, pesquisem na internet e respondam: quantos sistemas planetários já foram descobertos na Via Láctea? Anotem também a fonte de onde obtiveram a informação e comparem a resposta com a de outras duplas.

5. Leia o texto a seguir e responda.

> Os cientistas talvez tenham encontrado nossa rota de fuga em caso de destruição da Terra. Basta entrar em uma nave, direcionar o *gps* para a constelação de Cisne, e viajar por 720 anos-luz até o KOI-7923.01, o mais promissor dos 20 recém-descobertos exoplanetas (aqueles que estão fora do nosso sistema solar) com condições de abrigar a vida humana.
>
> [...]
>
> [...] Ele tem um tamanho equivalente à 97% da Terra, com órbita que dura 395 dos nossos dias. A temperatura da estrela, um pouco menor que a do Sol, e sua distância dela faz com que o novo planeta seja mais frio que o nosso, mas não o bastante para inviabilizar a vida. Mais ou menos a temperatura da região da tundra, no extremo norte do globo.
>
> [...]
>
> PLANETA parecido com a Terra é encontrado a 720 anos-luz. **Galileu.** Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2017/11/planeta-parecido-com-terra-e-encontrado-720-anos-luz.html>. Acesso em: 15 out. 2018.

a) A reportagem cita um planeta recém-descoberto e comenta a possibilidade de os seres humanos virem a habitar tal planeta. Você considera essa possibilidade plausível? Explique sua resposta.

b) Você acha provável que os pesquisadores que encontraram esse planeta estavam procurando locais para colonização humana? Explique sua resposta.

c) Imagine que você seja jornalista. Pesquise mais informações sobre o planeta KOI-7923.01 e escreva uma notícia reportando a descoberta dele. Inclua as informações que julgar mais relevantes e comente a importância da descoberta.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

MERGULHO NO TEMA

1. Sistema Solar em escala

Construção de modelo

Uma forma de compreender melhor os tamanhos dos astros que formam o Sistema Solar e as distâncias entre eles é utilizando modelos. Nesta atividade, vamos construir um modelo respeitando a mesma escala para o tamanho e as distâncias entre os astros.

• Material

- rolo de barbante
- folhas de papel sulfite
- canetinhas coloridas
- régua
- compasso
- trena ou fita métrica
- tesoura
- fita adesiva

• Procedimento

Reúnam-se em grupos de acordo com as orientações do professor.

1. Os tamanhos e as distâncias estão listados na tabela abaixo. O primeiro passo é definir qual escala o grupo usará. Por exemplo, se cada centímetro no modelo representar 1 000 000 km, o Sol terá 1,4 cm de diâmetro e estará a 149,6 cm da Terra. Testem diferentes possibilidades de escala e escolham a que julgarem mais conveniente. Calculem os valores da escala e organize-os em uma tabela.

	Sol	Mercúrio	Vênus	Terra	Marte	Júpiter	Saturno	Urano	Netuno
Diâmetro (km)	1 392 000	4 879	12 104	12 756	6 792	142 984	120 536	51 118	49 528
Distância do Sol (106 km)	—	57,9	108,2	149,6	227,9	778,6	1 433,5	2 872,5	4 495,1

Fonte: NASA. **Planetary fact sheet**: metric. Disponível em: <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/>. Acesso em: 15 out. 2018.

2. Definida a escala, o próximo passo é desenhar os astros. Usem a régua e o compasso para isso, respeitando os valores calculados. Pintem os astros com as canetinhas.
3. Usando a fita adesiva, fixem os corpos celestes no barbante de acordo com a escala calculada, começando pelo Sol.

REFLEXÕES

1. **Comparem o modelo construído com as imagens do Sistema Solar neste livro. Que semelhanças e diferenças vocês identificam?**
2. **Que escala vocês escolheram? Qual foi o motivo da escolha?**
3. **Foi possível incluir todos os astros do Sistema Solar? Na escala que vocês escolheram, qual é a distância entre o Sol e Netuno?**

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

SISTEMA SOLAR EM ESCALA

Esta atividade explora as formas de representação do Sistema Solar, com foco nas escalas de tamanho e distância utilizadas. Esse trabalho tem evidente relação com a disciplina de Matemática e, a critério do professor, pode ser desenvolvida em conjunto com ela.

Os alunos podem empregar diferentes estratégias de raciocínio para determinar a escala que utilizarão. É importante que consigam justificar racionalmente a escolha, reconhecendo os prós e os contras da escala escolhida. É provável que alguns planetas mais distantes do Sol sejam excluídos da representação, devido à enorme distância que se encontram dele e da consequente dificuldade em incluí-lo na escala.

Reflexões

1. Resposta pessoal. A representação em escala do Sistema Solar pode causar espanto nos alunos devido à enorme distância que separa os astros. Se os alunos optarem por uma escala que valorize o tamanho dos planetas, as distâncias correspondentes serão grandes demais para a realização da atividade; procure orientá-los a ponderar tanto o tamanho dos círculos quanto as distâncias no barbante.

2. Resposta pessoal. Espera-se que os alunos explicitem suas considerações sobre a representação dos tamanhos dos astros ou das distâncias entre eles.

3. A distância entre Netuno e o Sol é cerca de 30 vezes maior do que a distância entre a Terra e o Sol; dessa forma, é praticamente impossível representá-los no mesmo modelo. Usando a escala de 1 cm para 10^6 km, por exemplo, a distância para Netuno seria de 45 metros. Nessa escala, porém, os planetas são pequenos demais para serem visíveis.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

ASTRONOMIA EM OUTRAS ÉPOCAS E LOCAIS

O estudo do desenvolvimento da Astronomia em diferentes culturas contribui para o desenvolvimento da **habilidade EF09CI15** e da **competência geral 6**.

Ao longo do estudo de Astronomia proposto nos livros desta coleção, é apresentado um amplo panorama de como diferentes povos, em diferentes épocas, desenvolveram e utilizaram conhecimentos relativos aos corpos celestes. Nesta atividade, cada grupo é convidado a se aprofundar no estudo da astronomia de um povo, conhecendo os significados que eles atribuíam aos astros e as explicações que criaram para os fenômenos.

Quando se fala de astronomia de povos antigos, os maias estão entre os povos mais comentados. O texto apresentado nesta página serve para dar uma ideia da precisão com que alguns povos antigos realizavam suas observações, cálculos e registros, antes mesmo do advento de instrumentos como telescópios e satélites.

Após a leitura do texto, comentar que os corpos celestes ocupavam papel central na mitologia e na cosmogonia maia. Dessa forma, a importância do conhecimento astronômico ia muito além de sua utilidade prática, relacionada ao cultivo e à caça. O mesmo ocorreu em diferentes povos, embora os significados e mesmo a importância cultural varie bastante. Isso deverá ficar evidente após os grupos apresentarem os resultados de suas pesquisas, ao final da atividade.

2. Astronomia em outras épocas e locais

Pesquisa

Enquanto estiveram no auge, entre os anos 200 e 900, os maias, que habitaram a América Central, foram uma das civilizações mais cabeças do planeta. Seus conhecimentos matemáticos e de astronomia estavam não apenas à frente de todos os outros povos vizinhos, mas também dos chineses e dos europeus. Eles eram craques da matemática e foram os únicos, em todas as Américas pré-descobrimento, que desenvolveram um sistema completo de escrita. No ano 325, eles já dominavam o conceito de zero, coisa que os europeus só descobriram e começaram a usar cerca de 700 anos depois. Eles também eram excelentes observadores do céu. Em várias cidades maias, como Palenque, Sayil e Chichén Itzá, os centros astronômicos ocupavam áreas centrais. O Caracol, de Chichén Itzá, foi construído por volta do ano 1050, tinha 22,5 metros de altura e era dedicado ao deus da chuva, Chaac.

Cruzando a matemática com a observação, os maias conseguiram conhecer, com uma precisão espantosa, a duração dos ciclos lunar, solar e do planeta Vênus. Eles calcularam que Vênus passa pela Terra a cada 583,935 dias – algo espantosamente próximo do número considerado correto hoje, que fica entre 583,920 e 583,940. Também definiram que o ciclo lunar dura 29,53086 dias (atualmente os astrônomos falam em 29,54059). Os maias registraram que o Sol completa seu ciclo em 365,2420 dias, enquanto que na atualidade esse número está definido em 365,2422. Com base nesses conhecimentos, eles criaram um conjunto de calendários complexos e interligados que, juntos, formavam um dos sistemas de contagem do tempo mais precisos de sua época.

[...]

CORDEIRO, T. Como os maias sabiam tanto sobre astronomia? **Superinteressante**. Disponível em: <https://super.abril.com.br/historia/como-os-maias-sabiam-tanto-sobre-astronomia/>. Acesso em: 15 out. 2018.



Construção maia conhecida como Caracol, em Chichén Itzá, no México, 2018.

BI STONE/SHUTTERSTOCK.COM

Assim como os maias, outras civilizações antigas desenvolveram a Astronomia, que é considerada por muitos como a ciência mais antiga. O que será que motivou esses povos?

Nesta atividade, cada grupo ficará responsável por um dos seguintes povos: tupi-guarani, egípcios, astecas, chineses e dogons.

Vocês deverão pesquisar, em livros ou na internet, as seguintes informações:

- Como a Astronomia se desenvolveu nesse povo?
- Qual é ou era a importância dos conhecimentos astronômicos para esse povo?
- Que fenômenos astronômicos eram conhecidos?
- Esse povo tem explicações sobre a origem da Terra, do Sol ou do Universo? Se sim, tem alguma relação com a Astronomia?

Reúnam as informações pesquisadas e, no dia combinado, apresentem para os outros grupos. Se possível, incluam imagens na apresentação, para enriquecer as explicações.

REFLEXÕES

1. **Que informação sobre os povos estudados nesta atividade lhe chamou mais a atenção? Por quê?**

2. **Em sua opinião, por que povos tão distintos desenvolveram um interesse comum pelos astros?**

3. **Em duplas, respondam à seguinte questão: o conhecimento astronômico é mais importante hoje do que era no passado? Por quê?**

Pirâmide de Kukulkán em Chichén Itzá, México, 2016.

UTU MEDIA/SHUTTERSTOCK.COM

Para esta atividade, selecionamos povos que possuem conhecimentos astronômicos bem documentados e com fontes de pesquisa em língua portuguesa. Procuramos também incluir uma ampla abrangência geográfica, incluindo grupos nos continentes americano, africano e asiático. Se desejar expandir a atividade incluindo outros povos, pode-se recomendar celtas, babilônicos, sumérios e aborígenes, por exemplo.

Ao desenvolverem suas pesquisas, é possível que os alunos se deparem com informações contraditórias provindas de fontes diferentes. Essas situações oferecem oportunidades para a turma desenvolver o senso crítico no uso das tecnologias digitais de informação; oriente-os a dar preferência a fontes confiáveis, como: institutos de astronomia, revistas, jornais ou jornalistas especializados em divulgação científica, entre outros.

O formato da apresentação pode variar; converse com a turma para definir se a apresentação se dará por meio de *slides*, cartazes, vídeos ou outros recursos. Para explorar o caráter de divulgação científica da atividade, proponha que o material produzido seja elaborado para um público leigo, fora da escola. Após a apresentação dos grupos, os materiais podem receber os ajustes identificados como necessários e, então, divulgados para o público.

Reflexões

As atividades nesta seção buscam promover uma reflexão sobre o trabalho realizado. Acompanhar as respostas dos alunos e verificar se eles reconhecem a importância da Astronomia no desenvolvimento dos diferentes povos estudados.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

CICLO DE VIDA DAS ESTRELAS

O estudo do ciclo de vida das estrelas complementa o desenvolvimento da **habilidade EF09CI17**. As etapas do ciclo de vida do Sol, apresentados na Unidade, são apenas uma das possibilidades de destino final para uma estrela. Esta atividade convida os alunos a conhecer a diversidade de possibilidades de evolução estelar, aliando isso a uma pesquisa de imagens astronômicas. Fotografias de nebulosas, supernovas e outros objetos associados ao ciclo de vida das estrelas estão entre as imagens do Universo que mais despertam fascínio e admiração. Orientar os alunos a identificar a fonte de cada uma das imagens que escolherem, dando preferência a imagens de fontes confiáveis, como agências espaciais e observatórios. Esse trabalho de pesquisa auxilia a desenvolver o senso crítico e a capacidade de avaliar fontes de informação.

Reflexões

1. A quantidade de massa que a compõe é o principal fator para determinar o destino da estrela. Quanto a esse critério, o Sol é considerado uma estrela mediana.

2. A tirinha faz humor brincando com o significado de algumas palavras relacionadas à composição e ao ciclo de vida das estrelas. No primeiro quadro, a morte da estrela é tratada como a morte de um ser vivo. Em Astronomia, a morte de uma estrela quer dizer o fim dos processos que mantêm seu brilho. No segundo quadro, é dito que Betelgeuse morava em Órion. Betelgeuse é também conhecida como Alfa de Órion, a estrela mais brilhante da constelação de Órion. No terceiro quadro, "explosão fulminante" é apontada como a causa de morte da estrela. Plasma é um estado da matéria encontrado na composição das estrelas. Supernova, no último quadro, é uma alusão à etapa final de vida de estrelas supermassivas.

3. Ciclo de vida das estrelas

Divulgação científica

Vimos que o Sol, ao final de seu ciclo, se tornará uma anã-negra. Esse, porém, não é o destino de todas as estrelas.

Em grupos, pesquisem na internet ou em livros sobre o ciclo de vida de estrelas de diferentes tamanhos. Procurem conhecer as diferentes etapas desses ciclos de vida e alguns exemplos de estrelas em diferentes estágios. Reúnam essas informações e comparem com as obtidas por outros grupos.

O próximo passo é montar uma exposição de imagens astronômicas mostrando todas as possíveis etapas de vida das estrelas. Vocês podem optar por fazer uma exposição virtual ou física das imagens.

Pesquisem as imagens na internet, a partir de fontes confiáveis (agências espaciais, revistas de astronomia etc.), e incluam as informações que julgarem mais importantes, como o nome do corpo celeste, o tamanho, a distância entre ele e a Terra, entre outros aspectos. Se for possível observar algumas dessas estrelas a olho nu, acrescentem também essa informação, com orientações sobre como encontrá-la no céu noturno.

Compartilhem as imagens com os outros grupos e, juntos, preparem a exposição. Ela pode ser compartilhada com outras turmas ou mesmo com a comunidade fora da escola.



QUADRINHORAMA + DRAGOESDEGARAGEM

REFLEXÕES

1. Qual é o principal fator que determina o destino de uma estrela no ciclo estelar? Como o Sol é classificado, segundo esse critério?

2. Com base no que você aprendeu sobre o ciclo de vida das estrelas, explique as falas das personagens na tirinha ao lado.

DIVULGAÇÃO PNLD

4. Missão Rosetta

Divulgação científica

Em 12 de novembro de 2014, a humanidade conseguiu um feito histórico: o robô *Philae*, da Agência Espacial Europeia (ESA, na sigla em inglês), após 10 anos viajando a bordo da sonda Rosetta, pousou sobre o cometa 67P Churyumov-Gerasimenko – ou simplesmente Chury –, a 500 milhões de quilômetros da Terra.



ESA/ROSETTA/MPS FOR OSIRIS TEAM

Cometa 67P Churyumov-Gerasimenko, em imagem gerada pela sonda Rosetta em 2014. Tem aproximadamente 5 km de diâmetro.

Equipado com diversos dispositivos de análise, o robô foi construído para coletar informações sobre o cometa, no intuito de ajudar pesquisadores a obter respostas sobre a origem da vida na Terra. Esse pouso, divulgado ao vivo na internet para milhões de pessoas no mundo inteiro, foi carregado de suspense e emoção – a enorme distância causava um atraso na comunicação e fazia que a possibilidade de sucesso fosse mínima.

Em grupos, pesquisem sobre a missão Rosetta em jornais, revistas e na internet. Procurem saber:

- Que informações a sonda Rosetta coletou durante a missão?
- Como foi o pouso do robô *Philae*? Que informações coletou?
- Como a missão terminou? Qual foi a importância dela?

Com essas informações, elaborem um vídeo ou uma peça de teatro encenando a missão Rosetta. Na data combinada, apresentem para os outros grupos.

REFLEXÃO

Após as apresentações dos grupos, reúnam-se em círculo para conversar sobre a seguinte questão:

- **Qual é a importância da exploração espacial?**

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

MISSÃO ROSETTA

A missão Rosetta é considerada um dos feitos científicos mais admiráveis da história – o pouso de uma sonda em um corpo celeste relativamente pequeno, viajando a velocidades altíssimas e muito distante do nosso planeta. O fato de ter sido transmitida em tempo real para milhões de pessoas ao redor do mundo, via internet, é um símbolo de como as distâncias entre as pessoas diminuiu com o advento das redes sociais: a transmissão foi feita diretamente pela Agência Espacial Europeia, e pessoas de todo mundo podiam enviar questões para os pesquisadores, estabelecendo uma comunicação direta entre cientistas e sociedade.

Esse acontecimento estampou a capa de importantes veículos de divulgação científica ao redor do mundo e recebeu destaque na cobertura da mídia, de maneira geral. Nesta atividade, os alunos devem pesquisar informações sobre essa missão estabelecendo uma linha cronológica dos acontecimentos.

Reflexão

Propor a realização de um debate sobre a importância da exploração espacial, com base nas informações pesquisadas pelos grupos. Espera-se que os alunos apresentem argumentos relacionados aos custos dos investimentos em pesquisa espacial, ao desenvolvimento tecnológico que ele proporciona, à ampliação do nosso conhecimento sobre o Universo, entre outros.

PARA SABER MAIS: ALUNO

- Matéria: Os altos e baixos da missão Rosetta. CANCILIERI, Maurício. **Deutsche Welle Brasil**, 2016. Disponível em: <http://livro.pro/w3rizq>. Acesso em: 13 nov. 2018.
- Matéria: Por que uma missão espacial tão audaciosa terminou com a autodestruição da sonda Rosetta? **BBC**, 2016. Disponível em: <http://livro.pro/bpskxg>. Acesso em: 13 nov. 2018.

5. Observatório virtual

Produção de tutorial

Atualmente, existem diversos aplicativos de *smartphone*, *sites* e programas voltados para a Astronomia. Um dos mais conhecidos é o Stellarium, um observatório virtual disponibilizado gratuitamente para diferentes plataformas. O programa pode ser obtido no *site* <http://livro.pro/ng7p2q> (acesso em: 20 nov. 2018). Para instalá-lo, basta seguir as instruções na tela.

Ao iniciar o programa, ele mostrará uma imagem do céu com base na sua localização e na hora atual. As informações de localização podem ser conferidas ou alteradas na *Janela de localização* (tecla F6). Para alterar a data e a hora, acesse a *Janela de data e tempo* (tecla F5).

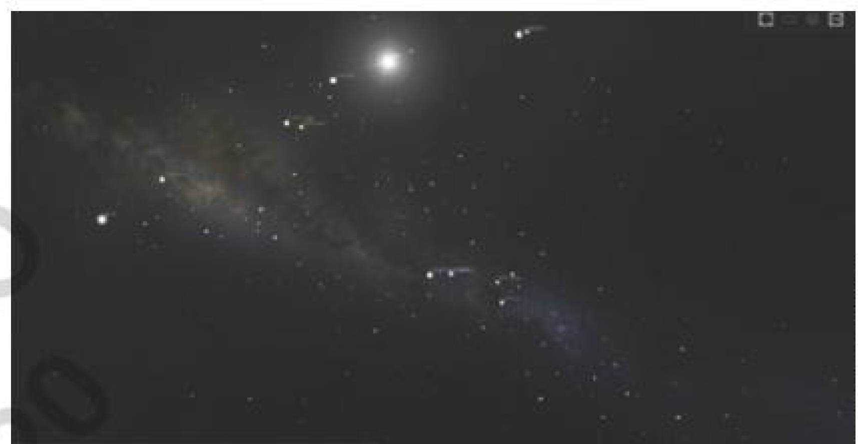
Para visualizar diferentes direções, clique com o botão esquerdo do *mouse* e arraste. O *scroll* (rodinha) do *mouse* pode ser usado para afastar ou aproximar o campo de visão.

O menu *Céu e opções de janela* (tecla F4) permite configurar diversos parâmetros da observação. Nele você pode escolher quais tipos de corpos celestes quer observar, incluir linhas imaginárias na esfera celeste, ver constelações de diferentes culturas, entre muitas outras opções.

Nesta atividade, cada grupo ficará responsável por produzir um tutorial sobre um dos tópicos abaixo, ensinando uma pessoa leiga a usar o Stellarium. Esse tutorial pode ser na forma de texto, vídeo ou outro meio que o grupo julgar interessante. Os tópicos são os seguintes:

- Como as constelações tupi-guarani da Ema e do Homem velho aparecem no céu ao longo do ano?
- Como as constelações do zodíaco aparecem no céu ao longo do ano?
- Quais são as estrelas que formam a constelação do Cruzeiro do Sul? Qual é a distância que cada uma delas está da Terra?

No dia combinado, cada grupo deve apresentar seu tutorial para os demais. Ao final, a turma deve conversar sobre os materiais produzidos para avaliar se eles cumprem bem a proposta ou podem ter alguns ajustes. Por fim, os tutoriais prontos podem ser disponibilizados para outras pessoas.



HTTP://STELLARIUM.ORG/PT/

Imagem obtida pelo observatório virtual Stellarium.

REFLEXÃO

Em grupos, conversem sobre a seguinte afirmação:

- **Estudar um assunto para ensiná-lo a outra pessoa é diferente de estudar apenas para nós mesmos.**

Vocês concordam? Discordam? Exponham suas opiniões para os colegas e ouçam as ideias deles.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

OBSERVATÓRIO VIRTUAL

Existem diversos tutoriais na internet, em vídeos ou textos, que ensinam a utilizar o *Stellarium*. Os alunos ou o professor podem pesquisá-los de acordo com as dúvidas que surgirem.

O trabalho proposto nesta atividade enfoca o estudo de constelações e ajuda a desenvolver noções sobre as constelações, desde a sua criação pelos povos antigos até sua definição atual. Ao pesquisarem informações sobre a constelação do Cruzeiro do Sul, os alunos poderão constatar que a posição aparente das estrelas pode ser muito diferente da posição real. Ao olhar para o céu noturno, temos a impressão de que as estrelas ocupam o mesmo plano, o que não é verdade.

Os materiais listados a seguir apresentam mais possibilidades de estudo de Astronomia com auxílio do *Stellarium*. Algumas das propostas não são direcionadas para o Ensino Fundamental, mas podem ser adaptadas a critério do professor.

Reflexão

A proposta da atividade visa colocar os alunos no papel de transmissores do conhecimento, o que favorece o seu protagonismo e valoriza seus saberes e ações. Ouvir as reflexões manifestadas pelos alunos e avaliar se os objetivos expostos acima se concretizaram.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Artigo: Relações entre Astronomia e Tecnologia: contribuições de uma sequência didática para a percepção da cidadania cósmica por alunos do Ensino Fundamental. FORTI, Rosana; ZIMMERMANN, Narjara. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 9., 2013, Águas de Lindoia. **Atas**... São Paulo, 2013. Disponível em: <http://livro.pro/9fsdxb>. Acesso em: 14 nov. 2018.
- Dissertação: **O *Stellarium* como estratégia para o ensino de Astronomia**. NERES, Leomir Batista. 2017. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Bahia, 2017. Disponível em: <http://livro.pro/ohb8wr>. Acesso em: 14 nov. 2018.
- Texto: **Abordagem da Astronomia no Ensino Fundamental através do *software Stellarium***. GOULART, Andressa Rossini; DUTRA, Carlos Maximiliano. Disponível em: <http://livro.pro/tty2uq>. Acesso em: 14 nov. 2018.

6. Somos feitos de poeira estelar

Leitura e interpretação

Uma pesquisa comprovou o que Carl Sagan já falava há tempos: os humanos realmente são feitos de poeira de estrela. Depois de analisar 1500 estrelas, astrônomos chegaram à conclusão de que tanto os seres humanos quanto os astros brilhantes possuem 97% do mesmo tipo de átomos.

Constataram ainda que os elementos essenciais para a vida como a conhecemos (hidrogênio, nitrogênio, oxigênio, fósforo e enxofre) são mais prevalecentes nas estrelas que estão no centro da galáxia.



FOREVERLEE/SHUTTERSTOCK.COM

Observatório APOGEE, nos Estados Unidos, 2018.

A questão é: como os astrônomos sabem quais elementos compõem as estrelas se eles não conseguem chegar até elas? Elementar, meu caro Watson. Eles usam uma técnica conhecida como espectroscopia.

É assim: cada elemento emite um comprimento de onda de luz diferente, é como se cada um tivesse sua própria marca. Assim, analisando cada "marca", os cientistas conseguem distinguir de qual elemento é aquela emissão, que foi captada com um instrumento chamado espectrógrafo.

O espectrógrafo, neste caso, tem nome e sobrenome: trata-se do Apache Point Observatory Galactic Evolution Experiment (APOGEE), que fica no estado norte-americano do Novo México.

"É de grande interesse poder mapear todos os principais elementos do corpo humano nas estrelas da nossa Via Láctea", afirmou Jennifer Johnson, participante da equipe da SDDS-III APOGEE, que fez a descoberta. "Isso nos permite ver onde e quando a vida passou a ter os elementos necessários para evoluir na galáxia."

FERNANDES, N. Agora é oficial: somos mesmo feitos de poeira de estrela. **Galileu.** Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2017/01/agora-e-oficial-somos-mesmo-feitos-de-poeira-de-estrela.html>. Acesso em: 15 out. 2018.

REFLEXÕES

1. O que o texto quer dizer com a afirmação de que somos feitos de poeira de estrelas?

2. Quais são os elementos essenciais para a vida como a conhecemos, segundo o texto? Você conhece outros elementos químicos importantes para a vida?

3. Qual técnica é empregada para conhecer a composição das estrelas?

4. Na sua opinião, essa pesquisa permite responder a que perguntas?

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

SOMOS FEITOS DE POEIRA ESTELAR

O assunto abordado nesta atividade envolve conceitos estudados na Unidade 3, sobre a estrutura da matéria. Sabemos que elementos químicos mais pesados que hidrogênio, hélio e lítio são sintetizados no centro das estrelas em colapso, no decorrer dos eventos que marcam o ciclo de vida estelar. É a esse fato que o astrônomo americano Carl Sagan se baseou ao proferir uma de suas mais famosas frases: "somos feitos de poeira estelar". Após a leitura do texto, converse com os estudantes sobre o que eles compreenderam e avalie como eles relacionam as informações apresentadas no texto com o conteúdo que estudaram na Unidade 3. Se julgar necessário, retome alguns pontos dessa Unidade.

Reflexões

1. Quer dizer que os elementos químicos que formam nosso corpo são originados por reações nucleares no ciclo de vida das estrelas.

2. O texto aponta apenas hidrogênio, nitrogênio, oxigênio, fósforo e enxofre, embora o carbono, presente em praticamente todas as moléculas orgânicas, seja o mais relevante. O APOGEE avalia as abundâncias dos seguintes elementos: C, N, O, Mg, Al, Si, Ca, Fe, Ni, Na, S, Ti, Mn, K, V, Cr e Co.

3. Os pesquisadores empregam um espectrógrafo, equipamento que avalia os comprimentos de onda emitidos pelos diferentes elementos químicos.

4. Resposta pessoal. Os estudantes podem afirmar que ela ajuda a saber de onde viemos, como a vida surgiu, se existe vida fora da Terra, entre outras.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Livro: **As estrelas, uma viagem pela estrutura do átomo**. MENDES, Carla Cristina Alves. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.
- Texto: **APOGEE**. LABORATÓRIO INTERINSTITUCIONAL DE E-ASTRONOMIA (LINEA). Disponível em: <http://livro.pro/zp34cu>. Acesso em: 14 nov. 2018.
- Texto: **Somos realmente feitos de poeira das estrelas?** HENRIQUE, Diógenes. Socientífica, 2017. Disponível em:<http://livro.pro/39dqft>. Acesso em: 14 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

MAIS

George e o Segredo do Universo. O livro tem uma abordagem abrangente do conhecimento astronômico e pode ser empregado como forma de explorar o assunto a partir da literatura, com linguagem e proposta mais leves que a apresentada no livro didático.

Cosmos: Uma Odisseia do Espaço-Tempo. Cada episódio da série aborda conceitos e eventos diferentes, o que a torna uma ótima referência para consultas eventuais. Episódios inteiros ou trechos deles podem ser empregados como recurso auxiliar nas explicações, enriquecendo-as com animações, depoimentos, fotos e vídeos, por exemplo.

O Guia do Mochileiro das Galáxias. Embora não apresente rigor científico na representação dos acontecimentos, o filme traz uma abordagem bem-humorada que promove reflexões sobre questões relativas à vida extraterrestre e à nossa vida em sociedade.

Se a Lua medisse um pixel. Essa página propõe uma abordagem interessante para a representação da escala do Sistema Solar. As distâncias e os tamanhos dos astros são representados na mesma escala, e o visitante vai rolando a página para chegar de um astro a outro, o que permite desenvolver uma noção mais concreta das grandezas envolvidas. Essa ferramenta pode ser empregada nos momentos em que a escala dos astros for abordada.

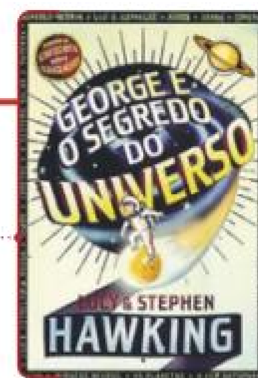
Solar System Scope. A página apresenta um modelo tridimensional do Sistema Solar que permite investigar diversos de seus aspectos, da posição relativa dos astros até suas propriedades.

MAIS

LIVRO

- **George e o Segredo do Universo**
  Stephen Hawking e Lucy Hawking. São Paulo: Ediouro, 2007.

Escrito pelo famoso astrofísico americano Stephen Hawking e sua filha Lucy, o livro conta a história de George e Lucy, que viajam pelo espaço sideral aprendendo sobre os astros.



EDITORA EDIOURO

FILMES

- **Cosmos: Uma Odisseia do Espaço-Tempo**

Baseada na série **Cosmos** apresentada pelo astrônomo americano Carl Sagan na década de 1980, esta nova versão traz informações atualizadas sobre o que sabemos do Universo e o que ainda estamos investigando.



LOGO DA SÉRIE. COSMOS: UMA ODISSEIA DO ESPAÇO-TEMPO



FILME DE GARTH JENNINGS. O GUIA DO MOCHILEIRO DAS GALÁXIAS, EUA, 2005

- **O Guia do Mochileiro das Galáxias**

Este filme faz parte da série de ficção científica criada originalmente para o rádio na década de 1970. Narra as cômicas aventuras do terráqueo Arthur Dent após a Terra ter sido destruída para a construção de uma "rodovia espacial".

SITES

- **Se a Lua medisse um pixel**
  O criador da página usou a escala de um *pixel* (um ponto na tela) para representar a Lua; os demais astros, bem como as distâncias entre eles, foram calculados com base nessa escala.
  Disponível em: <http://livro.pro/x3tp9e>. Acesso em: 25 out. 2018.

- **Solar System Scope**

O *site* apresenta um modelo interativo do Sistema Solar, com as posições dos astros atualizadas em tempo real. É possível obter ainda informações em português sobre cada um dos astros (em inglês).
Disponível em: <http://livro.pro/xo9b84>. Acesso em: 25 out. 2018.


SOLAR SYSTEM SCOPE

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

FIM DE PAPO



1. Retome suas respostas às questões da abertura da Unidade.
- Você alteraria alguma das suas respostas? Se sim, como e por quê?

2. Usando as palavras do quadro, responda à seguinte questão:
- O que existe no Universo?

vida	estrelas	nebulosas	Sol
planetas	galáxias	exoplanetas	

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Respostas

1. Espera-se que os alunos revisem as respostas que deram inicialmente às questões da abertura e as alterem ou complementem, de acordo com o que aprenderam. Ao confrontarem o que sabiam sobre o assunto antes e depois do estudo da Unidade, os alunos têm um estímulo para desenvolver a metacognição. Essa atividade pode ser feita em grupos, estimulando a colaboração entre os alunos para o esclarecimento de dúvidas.

2. Resposta variável. Esta atividade tem o intuito de desenvolver a capacidade de síntese dos alunos. Ao elaborar a resposta, espera-se que utilizem e relacionem os principais conceitos estudados de modo a explicitar a importância das máquinas em suas atividades cotidianas e para a sociedade como um todo. Possibilidade de resposta: O Universo é formado por bilhões galáxias, compostas por estrelas, nebulosas e outros corpos celestes. Algumas estrelas são orbitadas por planetas, como é o caso do Sol. Até onde sabemos, a Terra é o único planeta que abriga vida; com o desenvolvimento da Astronomia, pesquisadores buscam indícios de vida em exoplanetas.

Para complementar o fechamento da Unidade, pode ser proposta a produção coletiva de um material que simbolize o que foi estudado, segundo a opinião dos alunos. Pode ser um texto escrito com a colaboração de todos, uma pintura, um vídeo, uma escultura etc. Realizando esse trabalho ao final de todas as Unidades, será possível acumular os materiais produzidos e criar uma exposição para a turma no final do ano letivo. Essa atividade propicia um momento de reflexão sobre o que foi estudado, no qual os alunos podem expor suas opiniões sobre a importância dos assuntos abordados, as dificuldades que tiveram, entre outros.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

FIM DE PAPO

Aproveitar essa seção para revisar o conteúdo estudado e avaliar a compreensão dos alunos. Pedir à turma que observe as informações ilustradas e classifique cada um dos itens da seguinte maneira:
- Compreendi bem.
- Entendi, mas tenho dúvidas.
- Não entendi.

Essa classificação pode ser feita individual ou coletivamente, pela criação de uma tabela na lousa. Outra opção é reunir os alunos em grupos, de modo que possam conversar entre si sobre suas dúvidas. Verificar quais assuntos originaram mais dúvidas e avaliar como retomá-los para esclarecê-las.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

EVOLUÇÃO DO CORPO HUMANO – REALIDADE E FICÇÃO

Este projeto visa abordar questões relativas à evolução pelo viés da ficção científica, explorando a maneira como o corpo humano é representado em diferentes obras e refletindo os motivos que levaram os autores a optar por essas representações. Os alunos são convidados a conhecer algumas obras de ficção científica e devem, em seguida, criar a própria versão fictícia do corpo humano, imaginando o futuro do planeta daqui a 100 anos. O projeto tem uma proposta aberta, que propicia o protagonismo do aluno, com o intuito de explorar o aspecto criativo da educação.

OBJETIVOS

- Refletir sobre a evolução do corpo humano.
- Conhecer estruturas vestigiais do nosso corpo.
- Ampliar o repertório cultural de ficção científica.
- Elaborar uma obra de ficção científica.

COMPETÊNCIAS

GERAIS p. VII

- 1, 3, 4 e 7.

ESPECÍFICAS p. XII

- 3, 5 e 6.

PROJETOS

Projeto 1 | Evolução do corpo humano – realidade e ficção

Objetivo: conhecer aspectos da evolução do corpo humano e, a partir da análise de obras de ficção científica, propor um novo *design* para o organismo.

Ao longo da evolução, estruturas corporais se modificam e, quando oferecem vantagens, podem ser perpetuadas na espécie. Isso não significa, porém, que a evolução produza somente arranjos "perfeitos". Nosso próprio corpo é testemunha disso, pois carrega consigo marcas de como a evolução pode gerar soluções "improvisadas". Neste projeto, vamos conhecer algumas dessas marcas e refletir sobre o corpo humano e nosso modo de vida atual.

ETAPAS

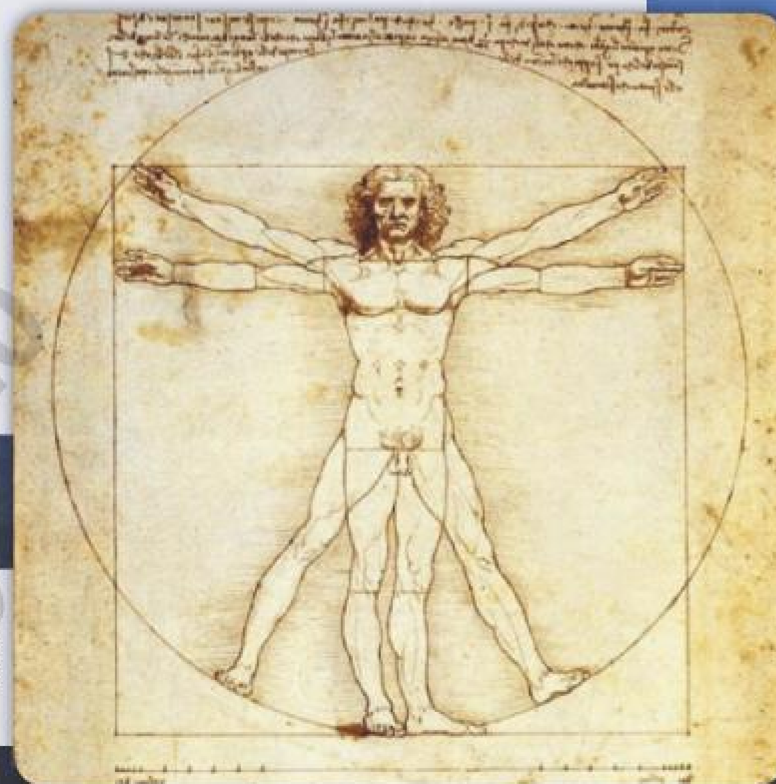
1. Pesquisa

Reúnam-se em grupos de acordo com as orientações do professor. Cada grupo ficará responsável por pesquisar, em livros ou na internet, uma das estruturas corporais a seguir:

- cóccix;
- músculo palmar longo;
- nervos laríngeos;
- tubérculo de Darwin.

Procurem saber a função dessas estruturas para os nossos ancestrais e a função que desempenha no nosso corpo. Pesquisem também as explicações mais aceitas para a evolução dessas estruturas na nossa espécie. Selecionem imagens que ilustrem essa estrutura e, quando possível, comparem com outras espécies.

NAULICREATIVE/SHUTTERSTOCK.COM



A figura do Homem Vitruviano, de Leonardo da Vinci, faz parte de um estudo do artista sobre as proporções do corpo humano.

GALLERIE DELL'ACCADEMIA, VENEZA, ITÁLIA

DIVULGAÇÃO PNLD 2020

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

A noção de que o corpo humano seria o ápice da evolução é presente no senso comum. Essa compreensão pode ter relação com a ideia de que a evolução biológica tem um aspecto de "melhoria" ou "desenvolvimento", e provém de uma visão antropocêntrica da natureza. Este projeto propõe inicialmente a análise de estruturas vestigiais no corpo humano como maneira de desconstruir essa noção. Durante a pesquisa do assunto e a apresentação dos grupos, deverá ficar evidente que a evolução deixa "marcas" no corpo humano que refletem o nosso passado evolutivo. Os conceitos de evolução que permeiam essa discussão são apresentados na Unidade 2. O artigo sugerido a seguir propõe uma atividade de investigação dos órgãos vestigiais com alunos do Ensino Fundamental e pode ser consultado para ajudar a planejar o desenvolvimento desta etapa inicial do projeto.

2. Apresentação

No dia combinado, cada grupo deve apresentar as informações que pesquisou para os demais colegas. Nessa apresentação, procurem ilustrar com imagens as estruturas analisadas e, quando possível, mostrem as estruturas usando o próprio corpo como exemplo, solicitando aos colegas que façam o mesmo. Ao final das apresentações, reúnam-se em círculo para discutir a seguinte questão:

Por que essas estruturas vestigiais ainda estão presentes em nosso corpo?

3. O corpo humano na ficção científica

O fato de que a nossa espécie, assim como as outras, está sujeita à evolução por seleção natural é explorado em diversas obras de ficção científica, normalmente abordadas como temas relacionados ao futuro, à ciência e à tecnologia. Muitas obras de ficção científica retratam o futuro da humanidade a partir de extrapolações de características que os autores identificam nas sociedades em que vivem. Dessa forma, essas obras acabam promovendo diversas reflexões sobre o modo como vivemos e o futuro para o qual caminhamos. Um tema relativamente comum nessas obras é a transformação do corpo humano: alguns autores imaginam corpos humanos modificados, adaptados às necessidades do futuro ficcional.

Cada grupo deverá escolher e analisar uma obra de ficção científica na qual o corpo humano é apresentado de maneira transformada. Pode ser um livro, um filme ou outro formato. No dia combinado, cada grupo deverá apresentar para a turma uma resenha sobre a obra, destacando como o autor imaginou o corpo humano. A seguir, apresentamos algumas opções, mas os grupos são livres para escolher outras referências.

Após a apresentação dos grupos, o projeto volta-se para a análise da representação do corpo humano na ficção científica. Nesse momento, é importante que os alunos possam expressar as referências que têm do assunto. É um momento em que os alunos podem expor suas referências culturais e aumentar seu repertório ao conhecer as indicações dos colegas.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

- Artigo: Discutindo evolução biológica no Ensino Fundamental: uma estratégia didática sobre corpo humano. ARAÚJO, Leonardo Augusto Luvison; PAESI, Ronaldo Antônio. **Experiências em Ensino de Ciências**, 2017. Disponível em: <http://livro.pro/hza2i2>. Acesso em: 14 nov. 2018.
- Matéria: Marcas do passado. AMORIM, Cristina. **Galileu**. Disponível em: <http://livro.pro/88ue64>. Acesso em: 14 nov. 2018.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020

O processo de ensino-aprendizagem é um *locus* capaz de possibilitar a criação de um ambiente escolar favorável à expressão do potencial criativo de alunos e professores. Nele, estão articulados em torno do currículo escolar, o aluno e o professor. No que diz respeito ao aluno, necessitam ser levadas em consideração suas habilidades cognitivas e afetivas, seus interesses e estilos de aprendizagem. Cabe ao professor buscar formas de conhecer melhor os alunos para organizar o trabalho pedagógico em função de seus atributos e necessidades educacionais. O *feedback* aos alunos é imprescindível para que eles possam construir parâmetros sobre si próprios.

[...]

[...] Além do envolvimento com a pesquisa, é importante que o professor busque estratégias de ensino para desenvolver o potencial criativo dos alunos. Vejamos o que Fleith (2001, p. 57) sugere a respeito:

– dar ao aluno *feedback* informativo;

– relacionar os objetivos do conteúdo às experiências dos alunos;

– variar as tarefas propostas aos alunos, técnicas instrucionais e formas de avaliação;

– criar um espaço para divulgação dos trabalhos dos alunos;

– oferecer aos alunos informações que sejam importantes, interessantes, significativas e conectadas entre si;

– compartilhar, com os alunos, experiências pessoais relacionadas ao tópico estudado;

– orientar o aluno a buscar informações adicionais sobre tópicos de seu interesse;

– dispor os móveis em sala de aula de acordo com as atividades desenvolvidas.

As atividades a serem encaminhadas, segundo a mesma autora, devem - envolver análise crítica de um acontecimento;

– estimular o aluno a levantar questões e gerar múltiplas hipóteses;

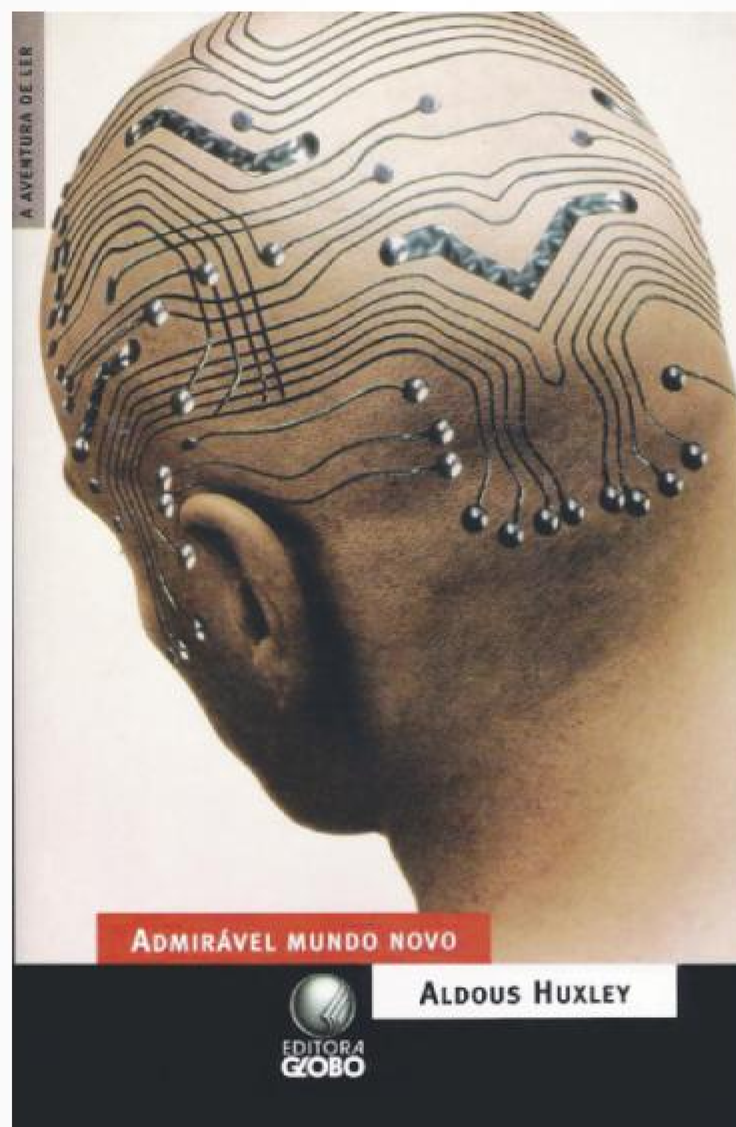
– desenvolver, no aluno, a habilidade de explorar consequências para acontecimentos que poderão ocorrer no futuro. Sobre aspectos do comportamento do docente em sala de aula, importantes para o favorecimento da criatividade, Fleith (2001, p. 56) considera necessário: - dar tempo ao aluno para pensar e desenvolver suas ideias;

– valorizar produtos e ideias criativas;

– considerar o erro como uma etapa do processo de aprendizagem;

– estimular o aluno a imaginar outros pontos de vista;

– dar ao aluno oportunidade de escolha, levando em consideração seus interesses e habilidades;



GLOBO EDITORA

Considerado um clássico do gênero, o livro **Admirável mundo novo**, de Aldous Huxley, foi escrito em 1932 e retrata uma sociedade na qual métodos científicos são empregados para desenvolver "castas" de humanos com características e capacidades diferentes, que devem cumprir papéis predeterminados na sociedade.



SUPER METROID, MICHAEL KELSO & NICK STEPHENS/NINTENDO, 1994

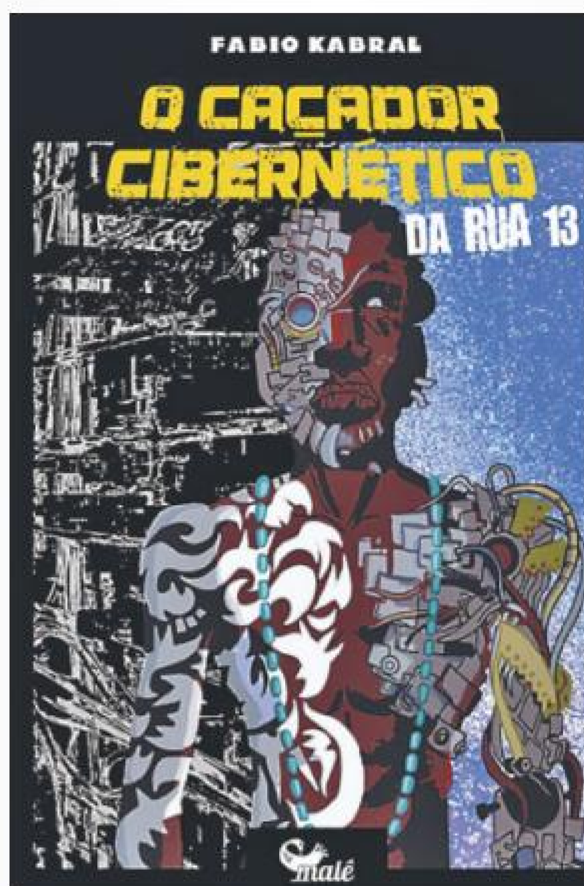
Samus Aran, protagonista da franquia de *videogame* Metroid, é uma das primeiras protagonistas do sexo feminino em jogos eletrônicos e, por conta disso, é considerada uma das personagens mais importantes da história dos *videogames*. Apesar de não ter um corpo modificado, a personagem utiliza uma armadura especial que a torna semelhante a um robô. No jogo original, de 1986, o sexo da protagonista só é revelado ao final da história.

DIVULGAÇÃO PNLD FTD



WALL-E, JIM MORRIS, PIXAR ANIMATION STUDIOS, 2008

O filme de animação **Wall-E** retrata a Terra daqui a 700 anos. Nessa realidade, o planeta foi soterrado por lixo e todos os humanos migraram para uma nave espacial onde eles não precisam fazer nada, pois as máquinas cuidam de tudo. Os humanos são retratados como dependentes de máquinas até para se deslocar, o que faz que tenham pouca força e coordenação nas pernas, além de estarem com sobrepeso.



MALÊ

O livro **O caçador cibernético da Rua 13**, de Fabio Kabral, é uma ficção científica que se baseia em elementos da cultura iorubá para retratar uma realidade futurística cibernética, onde humanos e máquinas se tornam um só.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

247

– prover oportunidades para que os alunos se conscientizem de seu potencial criativo, favorecendo, dessa forma, o desenvolvimento de um auto conceito positivo;

– cultivar o senso de humor em sala de aula;

– ter expectativas positivas em relação ao desempenho do aluno;

– demonstrar entusiasmo pela atividade docente e conteúdo que ministra;

– criar um clima, em sala de aula, no qual a experiência de aprendizagem seja prazerosa;

– não se deixar vencer pelas limitações do contexto em que se encontra.

[...]

A brincadeira, a manifestação da espontaneidade, da descontração e do bom humor auxiliam a romper com a rigidez e com tensões, pois, segundo [...] são atributos associados à criatividade por propiciarem a instauração de um clima de liberdade que faz com que as ideias fluam mais facilmente. No artigo intitulado Escritores Criativos e Devaneios, Freud ao tratar das manifestações da criação artística enfatiza a intersecção existente entre esta e a brincadeira.

"Será que deveríamos procurar já na infância os primeiros traços de atividade imaginativa? A ocupação favorita e mais intensa da criança é o brinquedo ou os jogos. Acaso não poderíamos dizer que ao brincar toda criança se comporta como um escritor criativo, pois cria um mundo próprio, ou melhor, reajusta os elementos de seu mundo de uma nova forma que lhe agrade? [...] O escritor criativo faz o mesmo que a criança que brinca. Cria um mundo de fantasia que ele leva muito a sério, isto é, no qual investe uma grande quantidade de emoção, enquanto mantém uma separação nítida entre o mesmo e a realidade." [...]

Ao planejar as atividades, o professor precisa considerar a importância desse clima de brincadeira discutido por Freud e incluir objetivos a ele relacionados. A organização dos ambientes e das situações de aprendizagem devem colaborar para que os alunos possam sentir o prazer de se descobrirem criativos. [...]

[...]

PADILHA, Regina Célia Habib Wipieski. **Criatividade no ambiente escolar**. Unicentro Paraná. Disponível em: <http://repositorio.unicentro.br:8080/jspui/bitstream/123456789/975/5/Criatividade%20no%20ambiente%20escolar%20%282%29.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

As referências apresentadas aqui procuram incluir uma variedade ampla de exemplos em diferentes mídias ou suportes, desde a literatura até o cinema. A contemplação da arte, em suas diversas manifestações, contribui para desenvolver o olhar atento e crítico dos estudantes. Esse assunto é desenvolvido no artigo de onde o trecho ao lado foi retirado.

Incentive os alunos a apresentar as referências de ficção científica que conhecem. Esse trabalho é bastante enriquecedor, pois permite ampliar o repertório cultural. É possível que eles tragam referências bem mais atuais que aquelas selecionadas para estas páginas. Isso fornece uma oportunidade para o professor conhecer melhor seus estudantes, a partir dos gostos pessoais de cada um.

Alunos que não manifestem interesse em ficção científica também podem contribuir para a conversa, expondo os motivos pelos quais não gostam do gênero para os colegas e ouvindo as opiniões deles. É importante criar um ambiente de debate saudável, onde as diferentes opiniões sobre o assunto possam ser ouvidas e respeitadas.

MATRIX, LILLY WACHOWSKI, WARNER BROS, 1999



O filme **Matrix**, lançado em 1999, parte da premissa de que a realidade que percebemos é uma simulação. Na trama do filme, os humanos reais são mantidos conectados a uma grande rede e servem de fonte de energia para as máquinas.

O filme **A vigilante do amanhã**, produzido em 2017, se baseia na animação japonesa **Ghost in the shell**, de 1995. Na história, a ciborgue Motoko Kusanagi conta com implantes altamente tecnológicos que ampliam suas capacidades intelectuais e físicas, ao mesmo tempo que suscitam reflexões sobre o que significa ser humano.

PARAMOUNT PICTURES/THE HOLLYWOOD ARCHIVE/EASYPIX




DC COMICS/DC ENTERTAINMENT / ALBUM / ALBUM / FOTOARENA

O personagem Cyborg está presente no filme **Liga da Justiça** e nos quadrinhos. A origem do herói ocorreu quando o jovem atleta Victor Stone se envolve em um grave acidente no laboratório onde seu pai trabalha. Para salvar o filho, o cientista recorre a uma série de transplantes cibernéticos e modificações no corpo de Victor, que acabam lhe conferindo habilidades excepcionais.


THE HOLLYWOOD ARCHIVE/EASYPIX

O filme **O quinto elemento** se passa no futuro e conta com a personagem Leeloo, um ser humano "perfeito" que teria um papel especial no combate a forças obscuras. Seguindo um padrão no gênero de ficção científica, o filme mistura informações científicas com ficção para explicar a origem dos poderes excepcionais de Leeloo.


ALAMY/FOTOARENA

A franquia **X-Men** teve origem nos quadrinhos e atualmente é muito popular no cinema. Ela retrata grupos de mutantes que adquirem poderes especiais, completamente distintos, em decorrência de mutações genéticas.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

[...]

"A vida moderna é um mar de imagens. Nossos olhos são inundados por figuras reluzentes e blocos de texto explodindo sobre nós por todos os lados. O cérebro, superestimulado, deve se adaptar rapidamente para conseguir processar esse rodopiante bombardeio de dados desconexos. A cultura no mundo desenvolvido é hoje definida, em ampla medida, pela onipresente mídia de massa e pelos aparelhos eletrônicos servilmente monitorados por seus proprietários. A intensa expansão da comunicação global instantânea pode ter concedido espaço a um grande número de vozes individuais, mas, paradoxalmente, esta mesma individualidade se vê na ameaça de sucumbir.

Como sobreviver nesta era da vertigem? Precisamos reaprender a ver. Em meio à tamanha e neurótica poluição visual, é essencial encontrar o foco, a base da estabilidade, da identidade e da direção na vida. As crianças, sobretudo, merecem ser salvas deste turbilhão de imagens tremeluzentes que as vicia em distrações sedutoras e fazem a realidade social, com seus deveres e preocupações éticas, parecer estúpida e fútil. A única maneira de ensinar o foco é oferecer aos olhos oportunidades de percepção estável – e o melhor caminho para isso é a contemplação da arte."

[...]

PAGLIA, C. **O impacto do ensino da Arte (ou da falta dele) na percepção do mundo**. Disponível em: <https://www.fronteiras.com/artigos/o-impacto-do-ensino-da-arte-ou-da-falta-dele-na-percepcao-do-mundo>. Acesso em: 14 nov. 2018.

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Na etapa final do projeto, os assuntos discutidos até então poderão fornecer subsídios para a criatividade dos estudantes se manifestar. Além da caracterização do corpo humano modificado, a maneira como cada grupo apresentará o material deve ficar a cargo dos estudantes, com liberdade criativa garantida. Após a apresentação dos grupos, pode ser promovida uma conversa coletiva sobre os materiais apresentados. Os alunos podem expor suas impressões sobre a criação dos colegas e sobre o projeto em si.

Reflexões

1. Na evolução por seleção natural, as alterações surgem aleatoriamente, e não com um objetivo. São fixadas na espécie as alterações que proporcionam vantagens à sobrevivência e reprodução, mesmo que não sejam as "melhores possíveis". Nesta atividade, os alunos projetam o corpo humano pensando em um objetivo, sem levar em conta os processos que dão origem às modificações.

2. Resposta pessoal.

4. Projetando um novo corpo

Para finalizar o projeto, com base no que foi visto até aqui, cada grupo deve conversar sobre como imaginam o nosso futuro daqui a 100 anos. Procurem pensar em quais serão as principais tarefas dos seres humanos nesse futuro e imaginem quais estruturas corporais poderiam ser modificadas para nos fornecer vantagens evolutivas. Vocês não precisam se ater às regras da evolução biológica; a ideia é criar uma ficção científica, misturando ideias científicas com outras, de acordo com a imaginação de vocês. Nessa conversa, procurem deixar claro quais são os argumentos científicos que ajudam a explicar o organismo que vocês vão inventar, pensando tanto em genética quanto em evolução por seleção natural.

Após a conversa, cada grupo deverá produzir uma obra de ficção científica (um conto, um vídeo, uma HQ, entre outras), retratando o futuro que imaginaram, com a espécie humana modificada da maneira que vocês "projetaram". No dia combinado, compartilhem esse material entre os grupos.


ALEX SILVA

REFLEXÕES

Após conhecerem os materiais produzidos pelos outros grupos, discutam sobre as seguintes questões:

1. Quais são as diferenças entre a evolução por seleção natural e o processo que vocês realizaram para projetar o "novo" corpo humano?

2. Quais das características corporais inventadas pelos outros grupos mais lhe chamaram a atenção? Como essas características se relacionam com as atividades que os humanos desempenham?

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Projeto 2 | Combatendo *fake news*

Objetivo: aprender a identificar informações falsas e ensinar outras pessoas sobre o assunto.

Os meios de comunicação em massa provocaram e ainda provocam profundas alterações nas sociedades. O rádio trouxe a possibilidade de transmitir notícias, canções, propagandas e outras mensagens a milhões de pessoas ao mesmo tempo. Com o advento da televisão, a comunicação em massa ganhou imagem e tornou-se possível visualizar desde eventos esportivos locais até guerras travadas em países distantes.

Lançamento de *smartphone* em 2007.

TONY AVELAR/AFP

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

COMBATENDO *FAKE NEWS*

Este projeto se propõe a discutir a circulação de informações falsas nas redes sociais e desenvolver maneiras de identificá-las, estendendo a discussão sobre uso de redes sociais iniciado na Unidade 4. Esse trabalho é complementado pelo desenvolvimento de uma campanha educativa a ser divulgada em redes sociais, colocando os alunos em contato com os mecanismos de propagação de informações. Esse é um assunto bastante atual e que vem ganhando relevância nos últimos anos ao redor do mundo. Como as redes sociais são populares entre estudantes desta faixa etária, o projeto colabora para o pleno exercício da cidadania, ao munir os alunos de ferramentas para utilizarem as ferramentas digitais de maneira crítica e significativa.

Na próxima página reunimos alguns materiais que podem dar subsídio para esse trabalho e, a critério do professor, podem ser indicados aos alunos.

COMPETÊNCIAS

GERAIS

- 2, 4, 5, 7 e 10.

ESPECÍFICAS

- 5 e 6.

OBJETIVOS

- Refletir sobre o uso de redes sociais.
- Discutir a disseminação de boatos na internet.
- Reconhecer exemplos de *fake news*.
- Desenvolver métodos para identificar *fake news*.
- Produzir um material educativo sobre *fake news* para ser compartilhado nas redes sociais.

PARA SABER MAIS: PROFESSOR

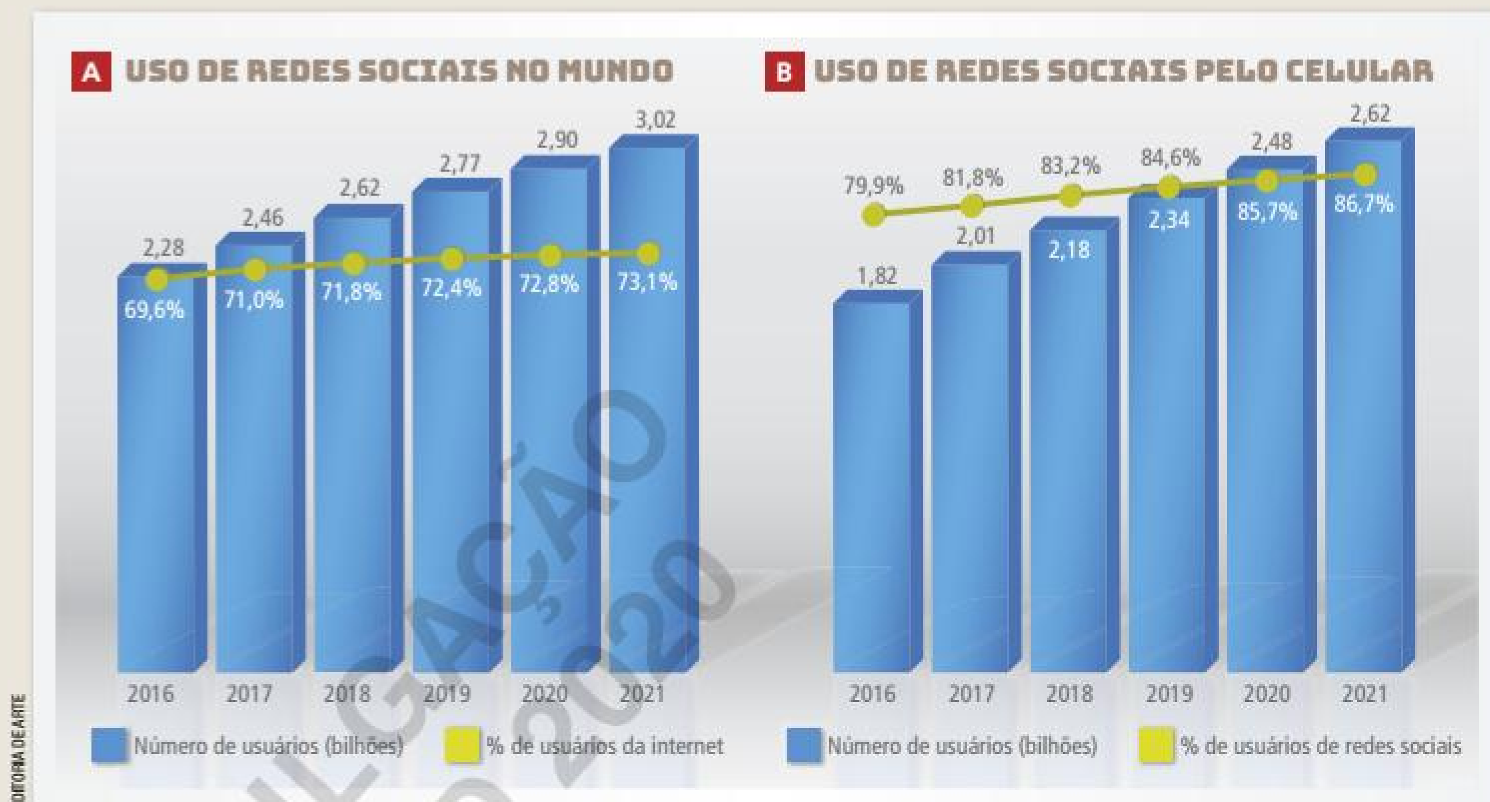
- Matéria: A ciência explica por que caímos em *fake news*. PRADO, Ana. **Superinteressante**, 2018. Disponível em: <http://livro.pro/iaikpe>. Acesso em: 14 nov. 2018.
- Matéria: Estudo explica por que as pessoas acreditam em *fake news*. **VivaBem**, 2018. Disponível em: <http://livro.pro/hhgzj9>. Acesso em: 14 nov. 2018.
- Matéria: Duas ideias erradas que você tem sobre sua capacidade de julgamento. PRADO, Ana. **Superinteressante.** Disponível em: <http://livro.pro/9xtv8k>. Acesso em: 14 nov. 2018.
- Matéria**:** Quero trabalhar *fake news* e checagem de informações em sala de aula. Por onde começo?. ROCHA, Julci. **Infogeekie**, 2018. Disponível em: <http://livro.pro/r3n9ks>. Acesso em: 14 nov. 2018.
- Matéria: Jogo gratuito transforma alunos de ensino médio em checadores. MORAES, Maurício. **Publica**, 2018. Disponível em: <http://livro.pro/u6z9gr>. Acesso em: 14 nov. 2018.
- *Site*: Educação para a informação. Disponível em: <http://livro.pro/gkv8j8>. Acesso em: 14 nov. 2018.
- Matéria: Falsa ciência e pós-ciência? SCHULZ, Peter. **Com Ciência**, 2018. Disponível em: <http://livro.pro/uwtzs6>. Acesso em: 14 nov. 2018.

No século XXI, a revolução da comunicação em massa continua, agora com o impulso da internet e dos *smartphones*. Em 2018, o Brasil superou a marca de um *smartphone* por habitante, contando com 220 milhões de celulares inteligentes ativos. Embora essa distribuição não seja uniforme – algumas pessoas possuem mais de um aparelho, enquanto outras não possuem nenhum –, a maioria da população tem acesso a um equipamento desses.

O uso de redes sociais é um dos principais usos dos *smartphones*. Isso trouxe um elemento novo para a comunicação em massa: a produção e distribuição de informações deixaram de ser centralizadas nas empresas de telecomunicação. Com acesso às redes sociais, qualquer pessoa pode escrever um texto, gravar um vídeo ou um áudio e divulgá-lo para o mundo todo.

A dinâmica das relações entre pessoas passou por mudanças: pessoas que não se conheciam passaram a se reunir em grupos virtuais de acordo com seus gostos pessoais ou projetos em comum; ficou mais fácil denunciar injustiças e fiscalizar as ações do poder público, entre muitas outras ações.

Essa tecnologia, porém, também trouxe novos problemas e desafios. Para algumas pessoas, a internet é vista como uma "terra sem lei", onde tudo é permitido. Um dos principais desafios que enfrentamos atualmente quanto ao uso dessa tecnologia diz respeito à propagação de boatos, também chamados de *fake news* ("notícias falsas", em inglês). Neste projeto, vamos propor maneiras de enfrentar esse desafio.



DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

(**A**) O número de usuários de redes sociais no mundo vem crescendo, e estimativas apontam que essa tendência será mantida nos próximos anos. Uma fração cada vez maior dos usuários de internet é também usuária de redes sociais. (**B**) O segundo gráfico mostra que os celulares são a principal forma de acesso das pessoas às redes sociais.

Fonte: https://www.emarketer.com/

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

A abordagem do assunto pode partir da própria experiência dos alunos com o uso das redes sociais. Promover uma roda de conversa coletiva para que eles compartilhem se utilizam redes sociais, com qual frequência o fazem e qual é a importância delas como fonte de informações. Ouvir suas respostas e orientá-los a conversar sobre suas experiências com notícias falsas.

ETAPAS

1. Investigar o assunto

As principais finalidades das *fake news* são atacar a imagem de alguma pessoa ou grupo, aumentar a popularidade de alguém ou impulsionar as vendas de algum produto ou serviço. Estudos já demonstraram que notícias falsas, em geral, são mais compartilhadas que as verdadeiras. Isso se deve a um comportamento humano conhecido como "viés de confirmação". Essas notícias também costumam trazer afirmações que propositalmente geram choque ou indignação em parcelas da população, o que tende a aumentar ainda mais o número de compartilhamentos. Para compreender melhor como isso ocorre, reúnam-se em grupos e pesquisem em livros ou na internet:

- O que é o viés de confirmação e como ele interfere na nossa interpretação das informações?
- Que outros motivos fazem os boatos serem espalhados com tanta facilidade?
- Por fim, busquem algum exemplo recente de *fake news* que tenha se popularizado e procurem identificar:
  - Esse boato visa beneficiar ou prejudicar alguém?
  - Essa notícia traz afirmações que podem gerar indignação em algum grupo da sociedade? Se sim, qual?
  - Essa notícia produziu impactos na sociedade? Se sim, como?

No dia combinado, apresentem as informações que obtiveram para outros grupos e assistam às apresentações deles. Ao final, reúnam-se em círculo para debater a seguinte questão:

Quais são as características mais comuns das fake news?



DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Perguntar se eles já receberam ou compartilharam informações que julgavam ser verdadeiras e, posteriormente, descobriram ser falsas. Questionar como ficaram sabendo que a notícia era falsa e propor uma análise das situações narradas. Há diferentes maneiras de se certificar da veracidade de uma informação, e é importante que os alunos exponham o que pensam sobre isso nesta etapa do projeto. As respostas apresentadas podem ser anotadas e retomadas ao final da atividade, promovendo uma reflexão sobre a aprendizagem.

O viés de confirmação é a tendência que todos temos de favorecer involuntariamente lembranças, fatos ou interpretações que confirmam nossas crenças ou hipóteses iniciais. Esse fenômeno tem relação direta com a permissividade das informações falsas.

As informações pesquisadas pelos grupos fornecerão subsídios importantes para o desenvolvimento das etapas seguintes do projeto.

253

ORIENTAÇÕES DIDÁTICAS

Para subsidiar a discussão sobre a identificação de *fake news*, é possível consultar as fontes listadas na página 252 e avaliar as opções. Apesar de ser um assunto relativamente recente, a produção de conteúdo voltado à educação virtual no combate à divulgação de boatos é profusa, e o tema é abordado em jogos, textos e planos de aulas desenvolvidos por diferentes entidades. Além das fontes sugeridas no livro, pode ser interessante solicitar aos estudantes que pesquisem, em grupos, materiais educativos voltados ao combate de *fake news*. Essa abordagem favorece o protagonismo dos estudantes e favorece a utilização de materiais atualizados e contextualizados.

2. Identificando *fake news*

A internet fornece diferentes recursos para verificarmos a autenticidade de uma informação que desconfiamos ser falsa. Usando mecanismos de pesquisa, podemos buscar:

- **Quem é o autor?**

Notícias em que o autor não é identificado ou que são publicadas apenas em *sites* pouco conhecidos são suspeitas. Caso o autor esteja identificado, é recomendável pesquisar quem ele é e qual é a atuação dele.

- **Qual é a fonte das informações?**

É comum as *fake news* não apresentarem a fonte de onde as informações foram retiradas. Procure se questionar: As informações vieram de uma fonte confiável? É possível verificar essas informações de alguma maneira?

- **Qual é o contexto?**

Outra característica comum dos boatos é apresentar informações fora de contexto, de modo a alterar o significado original delas. Isso pode valer para trechos de entrevista ou para afirmações analisadas fora do contexto histórico, por exemplo.

Reúna-se com seu grupo e discutam os itens acima. Proponham também outras formas de identificar *fake news* e anotem. Em seguida, analisem as notícias que vocês selecionaram na etapa anterior de acordo com todos esses critérios. Apresentem essa avaliação para os outros grupos. Ao final, a turma deve elaborar uma lista com as etapas que a verificação de uma informação pode seguir.



DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

A educação virtual é uma arma importante para detectar informações falsas no noticiário, segundo especialistas. Essa "alfabetização" deve contar com esforços de vários setores da sociedade, para evitar que as chamadas *fake news* tumultuem o debate público [...].

"Tem de vir da grande imprensa, do professor, da família, de todos os lados", diz a diretora da Agência Lupa, Cristina Tardáguila, que realiza checagem de informações do noticiário brasileiro. "Até porque não há nenhum sinal de que a produção de notícias falsas vai diminuir." Para ela, o entendimento sobre como o noticiário é produzido deve ser uma prioridade no combate às *fake news*.

A dificuldade de identificar notícias falsas afeta até países com melhores índices de escolaridade. Uma pesquisa da Universidade de Stanford apontou [...] que estudantes americanos tiveram problema para checar a credibilidade das informações divulgadas na internet. Dentre 7.804 alunos dos ensinos fundamental, médio e superior, 40% não conseguiram detectar *fake news*.

A editora executiva da agência de checagem Aos Fatos, Tai Nalon, destaca a importância da criação de políticas públicas com foco na análise crítica da mídia. "Acho que dificilmente conseguiremos uma mudança cultural sem passar pela educação de massa da sociedade", afirma.

Para o professor do Departamento de Informática da PUC-Rio, Daniel Schwabe, o público não conhece os meios pelos quais pode ser manipulado na internet. "Em relação às mídias tradicionais, as pessoas já aprenderam a identificar sinais de demagogia", diz. "Nesse cenário de novos canais, há uma certa vulnerabilidade porque não se sabe mediar a absorção da informação que se recebe." Segundo ele,

3. Divulgação

A partir da lista com as etapas de verificação de informação, cada grupo deve propor uma maneira de divulgar essas informações. O intuito é produzir um material que possa ser compartilhado em redes sociais e instrua as pessoas sobre os riscos que as *fake news* oferecem, explicando o que são e como identificá-las.

Reflitam sobre as características que o produto final deve ter para que se propague ao máximo nas redes, alcançando um grande número de pessoas. Vocês podem criar vídeos, áudios, imagens, textos ou outros materiais que considerem adequados para o objetivo. Ao apresentarem informações sobre os riscos que as *fake news* oferecem, não se esqueçam de citar as fontes de onde tiraram as informações, para que as pessoas possam verificá-las. Essa prática aumenta a credibilidade do material produzido.

No dia combinado, cada grupo deve apresentar o material para o restante da turma. Ao final, todos devem se reunir para conversar sobre eles, avaliando se cumprem bem o objetivo ou se há pontos que podem ser melhorados.

Com os materiais finalizados, a turma deve discutir como disponibilizá-los nas redes sociais para alcançar um grande número de pessoas. Cada grupo pode contribuir para divulgar os produtos dos outros grupos.

REFLEXÕES

Com a turma toda, discutam as seguintes questões:

1. Após realizar este projeto, você acredita que ainda pode "cair" em *fake news*?
2. Que impactos você imagina que esse projeto terá fora da escola, para as pessoas que receberem os materiais que vocês produziram?



DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

Reflexões

As questões propostas aqui visam levar os estudantes a refletir sobre a importância do projeto e sobre a necessidade de nos mantermos sempre atentos quando "consumimos" informação. Leve os alunos a refletir sobre como o uso das redes sociais pode ser benéfico, quando bem planejado, e a importância de se informar sobre o assunto antes de criar a campanha de divulgação.

é necessário criar uma cultura de questionamento.

DAYRELL, Marina; RIGA, Matheus; RAMOS, Pedro. Senso crítico é arma para combater "*fake news*". **Estadão**, [S.l.]. Disponível em: <http://infograficos.estadao.com.br/focas/politico-em-construcao/materia/senso-critico-e-arma-para-combater-fake-news>. Acesso em: 14 nov. 2018.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTS, B. et al. **Biologia molecular da célula**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios da Química**: questionando a vida moderna e o ambiente. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BACICH, L.; MORAN, J. (Org). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 4-5.

BENDER, W. N. **Aprendizagem baseada em projetos**: educação diferenciada para o século XXI. Porto Alegre: Penso, 2014.

BIZZO, N. **Ciências**: fácil ou difícil? São Paulo: Ática, 2000.

BIZZO, N.; CHASSOT, A. **Ensino de ciências**: pontos e contrapontos. São Paulo: Summus, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. **Astronáutica** – ensinos fundamental e médio. Brasília: MEC, 2009. (Explorando o ensino).

BRASIL. Ministério da Educação. **Astronomia** – ensinos fundamental e médio. Brasília: MEC, 2009. (Explorando o ensino).

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Terceira versão. Brasília: MEC, 2017.

CAPRA, F. et al. **Alfabetização ecológica**: a educação das crianças para um mundo sustentável. São Paulo: Cultrix, 2006.

CHASSOT, A. **A ciência através dos tempos**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004. (Polêmica).

DAMINELLI, A. et al. **O céu que nos envolve**: introdução à astronomia para professores e iniciantes. São Paulo: Odysseus, 2011.

DAMINELI, A.; STEINER, J. (Org.). **O fascínio do universo**. São Paulo: Odysseus, 2010.

DELIZOICOV, D. et al. **Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002. (Docência em Formação).

DEMO, P. **Educação e alfabetização científica**. Campinas: Papirus, 2010.

GALANTE, D. et al. (Org.). **Astrobiologia**: uma ciência emergente. São Paulo: IAG/USP, 2016.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

HORVATH, J. E. **O ABCD da astronomia e astrofísica**. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2008.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Biologia celular e molecular**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

LAROUSSE. **Meu 1º Larousse dos porquês**. São Paulo: Larousse do Brasil, 2004.

LIPMAN, M. **O pensar na educação**. São Paulo: Vozes, 1995.

LIPMAN, M.; SHARP, A.; OSKANIAN, F. **A filosofia na sala de aula**. São Paulo: Nova Alexandria, 1994.

MATEUS, A. L.; THENÓRIO, I. **Manual do mundo**: 50 experimentos para fazer em casa. Rio de Janeiro: Sextante, 2014.

MESQUITA, F. **Almanaque de puns, melecas e coisas nojentas**. São Paulo: Panda Books, 2003.

MOLEDO, L.; MAGNANI, E. **Dez teorias que comoveram o mundo**. Campinas: Editora da Unicamp, 2009.

NETO, G. B. L. **Astronomia de posição**: notas de aula. Disponível em: <http://www.astro.iag.usp.br/~gastao/astroposicao.html>. Acesso em: 26 out. 2018.

ODUM, E. P. **Ecologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

REECE, J. B. et al. **Campbell Biology**. 10. ed. Glenville: Pearson Education, 2014.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

TEIXEIRA, W. et al. **Decifrando a Terra**. 2. ed. São Paulo: Nacional, 2009.

TORTORA, G. J.; GRABOWSKI, S. R. **Corpo humano**: fundamentos de anatomia e fisiologia. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

VOET, D.; VOET, J. G.; PRATT, C. W. **Fundamentos de bioquímica**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

WEISSMANN, H. (Org.). **Didática das Ciências Naturais**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

DIVULGAÇÃO PNLD 2020 FTD

256